

2025

Moringa oleifera como alternativa forrageira: cultivo sob diferentes adubações e inclusão em silagens

Silva, Pedro Henrique da

Universidade Estadual do Norte do Paraná

SILVA, Pedro Henrique da. Moringa oleifera como alternativa forrageira: cultivo sob diferentes adubações e inclusão em silagens. Orientador: Petrônio Pinheiro Porto. 2025. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Campus Luiz Meneghel, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2025.

<https://repositorio.uenp.edu.br/handle/123456789/848>

Baixado de Repositório Institucional UENP



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PEDRO HENRIQUE DA SILVA

***MORINGA OLEIFERA* COMO ALTERNATIVA FORRAGEIRA: CULTIVO SOB
DIFERENTES ADUBAÇÕES E INCLUSÃO EM SILAGENS**

BANDEIRANTES, PR

2025

PEDRO HENRIQUE DA SILVA

***MORINGA OLEIFERA* COMO ALTERNATIVA FORRAGEIRA: CULTIVO SOB
DIFERENTES ADUBAÇÕES E INCLUSÃO EM SILAGENS MISTAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado
em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte
do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Orientador Prof. Dr. Petrônio Pinheiro Porto

BANDEIRANTES, PR

2025

Ficha catalográfica elaborada na Biblioteca do *Campus* "Luiz Meneghel", vinculada ao Sistema de Bibliotecas Universitárias da Universidade Estadual do Norte do Paraná (SBU-UENP)

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S5867m Silva, Pedro Henrique da.
Moringa oleífera como alternativa forrageira: cultivo sob diferentes adubações e inclusão em silagens / Pedro Henrique da Silva. – 2025.
53 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Petrônio Pinheiro Porto.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* "Luiz Meneghel", Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Agronomia, 2025.
Inclui bibliografia.

1. Matéria seca - Dissertação. 2. Proteína bruta - Dissertação. 3. Silagem - Dissertação. 4. Volumosos - Dissertação. 5. Digestibilidade. I. Porto, Petrônio Pinheiro. II. Universidade Estadual do Norte do Paraná. Campus Luiz Meneghel. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pósgraduação em Agronomia. III. Título.

CDD: 633.2 (22.ed.)

Bibliotecário Elísio Custódio Brentan Junior (CRB-9/1955)

PEDRO HENRIQUE DA SILVA

**MORINGA OLEIFERA COMO ALTERNATIVA FORRAGEIRA: CULTIVO SOB
DIFERENTES ADUBAÇÕES E INCLUSÃO EM SILAGENS MISTAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado
em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte
do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Aprovada em: 31/07/2025 data da defesa

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva (Titular)

UENP

Prof. Dra. Emilyn Midori Maeda (Titular)

UTFPR

Prof. Dr. Alexandre Agostinho Mexia (Suplente)

UNEMAT

Prof. Dr. Marcelo Alves da Silva (Suplente)

UENP

Prof. Dr. Petrônio Pinheiro Porto
Orientador
Universidade Estadual do Norte do Paraná,
Campus Luiz Mengehel

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pela força e pela luz em cada momento desta caminhada, que muitas vezes pareceu pesada demais para eu seguir sozinho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Petrônio Pinheiro Porto, minha profunda gratidão pela paciência, dedicação e confiança. Sua orientação foi muito além do campo acadêmico: ensinou-me a ser mais resiliente e crítico.

Aos estagiários do PIBIC, que estiveram comigo dividindo o peso do trabalho, o calor, as dificuldades e também os pequenos momentos de vitória. Este trabalho também é de vocês.

À minha namorada, pelo amor, pela compreensão nas ausências, pelas palavras de incentivo nos dias em que pensei em desistir. Você foi minha base emocional e minha inspiração.

Aos meus familiares, que sempre acreditaram em mim e me apoiaram em cada decisão. Sem o amor de vocês, eu não teria chegado até aqui.

Este trabalho carrega um pouco de cada um de vocês. Que estas páginas sejam não apenas resultado de esforço científico, mas também um testemunho de gratidão e amor.

SILVA, Pedro Henrique. *Moringa oleífera* como alternativa forrageira: cultivo sob diferentes adubações e inclusão em silagens mistas. 2025. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Norte do Paraná, Bandeirantes, 2025.

RESUMO

Este trabalho avaliou o potencial da *Moringa oleífera* como alternativa forrageira e nutricional em dois experimentos complementares, conduzidos na UENP/CLM (Bandeirantes-PR). No capítulo I, investigou-se o efeito de dois tipos de adubação nitrogenada (pó de chifre e casco bovino e ureia) e de três alturas de corte (1,96 m; 3,00 m; 3,40 m) sobre a produtividade e a composição bromatológica da *M. oleífera*. O delineamento foi em blocos casualizados, com três repetições. A produção de matéria seca por hectare aumentou com a altura de corte, variando de 7,2 t MS/ha (1,96 m) a 15,8 t MS/ha (3,40 m), sem diferenças significativas entre os tipos de adubo. A porcentagem de MS elevou-se de 15,5–17,5 % para 22,2–24,4 % entre 1,96 m e 3,40 m, sendo a ureia responsável pelos maiores teores absolutos de MS (até 20,3 %) e proteína bruta (até 17,9 %). Cortes mais baixos (1,96 m) ofereceram maior proporção de folhas, proteína bruta e digestibilidade (NDT), enquanto cortes mais altos favoreceram maior proporção de caule e teor de fibras (FDN), reduzindo a qualidade nutricional. No capítulo II, avaliou-se a inclusão progressiva de *M. oleífera* (0 %, 25 %, 50 %, 75 % e 100 %) em silagens de três volumosos: capim-elefante BRS Capiapu, milho e cana-de-açúcar. Após 30–40 dias de ensilagem em silos de PVC, analisaram-se pH, compactação, perdas por efluentes e composição bromatológica (MS, PB, Cinzas, FDN, NDT). Conclui-se que a *Moringa oleífera*, manejada com corte otimizado (cerca de 3,0 m) e incluída parcialmente (25–75 %) em silagens, representa uma estratégia viável e sustentável para elevar o teor proteico, reduzir frações fibrosas e melhorar a digestibilidade das volumosas, contribuindo para a segurança nutricional e a produtividade em sistemas de produção animal.

Palavras-chave: *Moringa oleífera*; Adubação; Forragem; Matéria seca; Silagem.

SILVA, Pedro Henrique. *Moringa oleifera* as a forage alternative: cultivation under different fertilizations and inclusion in mixed silages. 2025. Dissertation (Master's in Agronomy) – Center for Agricultural Sciences, State University of Northern Paraná, Bandeirantes, 2025.

ABSTRACT

This study evaluated the potential of *Moringa oleifera* as a forage and nutritional alternative in two complementary experiments conducted at UENP/CLM (Bandeirantes-PR, Brazil). In **Chapter I**, the effect of two types of nitrogen fertilization (bovine horn and hoof powder, and urea) and three cutting heights (1.96 m, 3.00 m, and 3.40 m) on the productivity and bromatological composition of *M. oleifera* was investigated. A randomized block design with three replicates was used. Dry matter (DM) yield per hectare increased with cutting height, ranging from 7.2 t DM/ha (1.96 m) to 15.8 t DM/ha (3.40 m), with no significant differences between fertilizer types. The percentage of DM rose from 15.5–17.5% at 1.96 m to 22.2–24.4% at 3.40 m, with urea yielding the highest absolute values for DM (up to 20.3%) and crude protein (CP) (up to 17.9%). Lower cuts (1.96 m) resulted in higher leaf proportion, crude protein, and digestibility (TDN), while taller cuts led to greater stem proportion and fiber content (NDF), reducing nutritional quality. In **Chapter II**, the progressive inclusion of *M. oleifera* (0%, 25%, 50%, 75%, and 100%) in silages of three forages—elephant grass (BRS Capiaçú), maize, and sugarcane—was evaluated. After 30–40 days of ensiling in PVC silos, pH, compaction, effluent losses, and bromatological composition (DM, CP, Ash, NDF, TDN) were analyzed. It is concluded that *Moringa oleifera*, managed with optimized cutting (around 3.0 m) and partially included (25–75%) in silages, represents a viable and sustainable strategy to enhance protein content, reduce fiber fractions, and improve the digestibility of forages, contributing to nutritional security and productivity in animal production systems.

Keywords: Hoof and horn meal, Urea, Dry matter yield, Forage, Bromatological composition.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 REVISÃO DE LITERATURA | 7 |
| 1.1 Moringa oleífera lamarck..... | 7 |
| 1.2 Potencial nutricional da <i>moringa oleífera</i> | 7 |
| 1.3 Adubação..... | 10 |
| 1.4 Relação folha/caule | 12 |
| 1.5 Características do processo de ensilagem | 13 |
| 2 REFERÊNCIA | 15 |
| CAPITULO I - EFEITOS DA ADUBAÇÃO E DA ALTURA DE CORTE SOBRE A COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E A PRODUTIVIDADE DE FORRAGEM. | 19 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 19 |
| 2 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 20 |
| 3 RESULTADO E DISCUSSÃO..... | 24 |
| 4 CONCLUSÃO..... | 31 |
| 5 REFERÊNCIAS | 32 |
| CAPITULO II - MORINGA OLEIFERA COMO ESTRATÉGIA NUTRICIONAL EM SILAGENS DE CAPIM-ELEFANTE, MILHO E CANA-DE-AÇÚCAR..... | 36 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 36 |
| 2 MATERIAIS E METODOS..... | 37 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO. | 39 |
| 4 CONCLUSÃO..... | 48 |
| 5 REFERÊNCIAS | 49 |

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 MORINGA OLEÍFERA LAMARCK

A planta é uma forrageira perene nativa da Índia, de fácil cultivo e com múltiplas utilidades, cultivada nas regiões tropicais e subtropicais (Silva et al., 2013).

Pertencente à família Moringaceae e à ordem Papaveraceae, *Moringa oleífera* Lam. é uma hortaliça arbórea e perene, com grande capacidade de adaptação (Lorenzi & Matos, 2002; Olson & Fahey, 2011).

Trata-se de uma planta alógama, com fecundação cruzada e rápido crescimento a partir de mudas ou sementes, necessitando de pouco ou nenhum tipo de manejo (Faria, 1991). É uma espécie arbórea que pode atingir até 12 metros de altura e possui casca esbranquiçada (Schwartz, 2000).

De acordo com Santos (2010), sua morfologia é composta por folhas verdes e pálidas, compostas, decíduas, alternadas, pecioladas, bipenadas, com sete folíolos pequenos.

Do ponto de vista nutricional, a moringa apresenta elevado teor de proteínas, vitaminas e minerais. As folhas são especialmente ricas em vitamina A, vitamina C, cálcio, ferro e potássio, além de compostos antioxidantes como β -caroteno, flavonoides e polifenóis (Ferreira et al., 2008). As sementes, por sua vez, possuem cerca de 38–40% de óleo vegetal, com predominância de ácido oleico, além de proteínas e glucosinolatos (Oliveira et al., 2022).

No entanto, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) restringiu a comercialização de produtos alimentícios à base de moringa no Brasil, devido à ausência de estudos clínicos conclusivos sobre sua segurança (Castro et al., 2022).

A moringa também apresenta aplicações ambientais relevantes, a lectina solúvel em água, presente nas sementes, atua como larvicida contra o *Aedes aegypti* e como agente adsorvente de poluentes como metais pesados e medicamentos (Yurre et al., 2020 & Moura et al., 2017).

No contexto agrônômico, a moringa é valorizada por sua adaptabilidade a solos pobres e climas áridos, além disso, suas folhas são utilizadas como forragem para ruminantes, promovendo ganho de peso e aumento na produção de leite, atribuídos à presença de metabólitos secundários com ação bioestimulante (Oliveira et al., 2022).

1.2 POTENCIAL NUTRICIONAL DA MORINGA OLEÍFERA

A *Moringa oleífera*, também conhecida como “árvore milagrosa” ou “árvore da vida”, tem sido amplamente difundida devido ao seu potencial benéfico à saúde, nutrição e

saneamento (Padayachee & Bajjnath, 2020). Dentre suas múltiplas aplicações, destaca-se o seu expressivo valor nutricional, tanto na alimentação humana quanto animal.

Segundo Rizzo (2019), trata-se de uma planta rica em propriedades nutricionais, da qual todas as partes podem ser aproveitadas. As folhas da moringa, em especial, apresentam teores elevados de proteínas, caroteno, ferro, ácido ascórbico e aminoácidos como metionina e cistina, geralmente limitantes na maioria dos alimentos vegetais. Gopalan (1994) complementa essas informações, detalhando a composição de aminoácidos presentes em folhas frescas e secas de *Moringa oleífera* (Tabela 1), além das vitaminas, minerais e teor proteico (Tabela 2).

Tabela-1 Composição de aminoácidos (mg.100g⁻¹) em folhas frescas e secas.

| Aminoácidos | Folhas Frescas | Folhas Secas |
|--------------------|-----------------------|---------------------|
| Arginina | 406,6 mg | 1,325 mg |
| Histidina | 149,8 mg | 613 mg |
| Isoleucina | 299,6 mg | 825 mg |
| Leucina | 492,2 mg | 1,950 mg |
| Lisina | 342,4 mg | 1,325 mg |
| Metionina | 117,7 mg | 350 mg |
| Fenilalanina | 310,3 mg | 1,388 mg |
| Treonina | 117,7 mg | 1,188 mg |
| Triptofano | 107,0 mg | 425 mg |
| Valina | 374,5 mg | 1,063 mg |

Gopalan (1994).

A composição química das folhas reforça esse potencial nutricional. De acordo com Tasfaye et al. (2014), as folhas de moringa possuem cerca de 28% de proteína bruta, 7,10% de fibra bruta, 5,9% de extrato etéreo, 2,5% de cálcio, 0,30% de fósforo e 12,2% de cinzas. Além disso, apresentam teores superiores de vitaminas A e C, cálcio e potássio quando comparadas a alimentos como cenoura, laranja, leite de vaca e banana. Suas folhas contêm compostos antioxidantes, como polifenóis e carotenoides, que atuam como precursores de vitaminas (Moura et al., 2010). Esses valores conferem à moringa um diferencial nutricional expressivo.

Tabela-2 Vitaminas, mineira e teor de proteína (valores em 100g) presente em folhas frescas e secas de *Moringa oleífera*

| Nutrientes | Folhas Frescas | Folhas Secas |
|-------------------|-----------------------|---------------------|
| Proteína | 6,70 g | 27,1g |
| Caroteno (Vit. A) | 6,78 mg | 18,9 mg |
| Vitamina C | 220 mg | 17,3 mg |
| Fibra | 0,90 g | 19,2 g |
| Cálcio | 440 mg | 2,00 mg |
| Cobre | 0,07 mg | 0,57 mg |
| Ferro | 0,85 mg | 28,2 mg |
| Magnésio | 42 mg | 368 mg |
| Fósforo | 70 mg | 204 mg |
| Potássio | 259 mg | 1,32 mg |
| Zinco | 0,16 mg | 3,29 mg |

Gopalan (1994).

Silva et al. (2010) relatam que a moringa permanece disponível durante todo o ciclo de estiagem, sendo uma importante fonte de nutrientes em períodos críticos. Suas folhas in natura podem atingir aproximadamente 33,77% de proteína, contendo ainda vitaminas do complexo B e minerais como ferro, cálcio, potássio e zinco. No entanto, a composição bromatológica pode variar conforme fatores como idade da planta, tipo de cultivo, solo, adubação, disponibilidade de água e frequência de corte (Pérez et al., 2010; Moyo et al., 2011).

Com base nessa composição, a *Moringa oleífera* tem sido utilizada na alimentação animal, especialmente de ruminantes. A inclusão de folhas frescas, secas ou ramos jovens na dieta de vacas leiteiras pode favorecer a produção de leite, devido à presença de compostos bioativos como saponinas, taninos e polissacarídeos, que apresentam propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e antimicrobianas (Azzaz et al., 2016; Mendieta-Araica et al., 2011).

Além disso, estudos recentes indicam que a silagem de *M. oleífera* pode substituir parcialmente o feno de alfafa ou a silagem de milho sem comprometer a digestibilidade ou a eficiência produtiva dos animais (Zeng et al., 2018). Esses benefícios nutricionais também estão sendo analisados sob a ótica ambiental. Pesquisas como a de Sarkar et al. (2016) demonstram

que as folhas de moringa, quando utilizadas in vitro, foram eficazes na redução das emissões ruminais de metano (CH₄), graças à presença de metabólitos secundários com efeito mitigador sobre a fermentação entérica.

Apesar de suas vantagens, é importante destacar que a *Moringa oleifera*, quando cultivada para forragem, apresenta teores elevados de fibras estruturais, como FDN (fibra em detergente neutro) e FDA (fibra em detergente ácido), que impactam negativamente sua digestibilidade e valor energético, também possui compostos biotivos em baixos níveis sem comprometer o desempenho, especialmente em dietas para aves e suínos (Valdivié Navarro et al., 2019). Um estudo experimental realizado na Nicarágua (Sánchez, 2006) revelou que intervalos mais longos entre os cortes aumentam os teores de FDN (30,8%) e FDA (22,8%), reduzindo a digestibilidade da matéria seca devido ao aumento da rigidez das paredes celulares.

Complementando, Herrera & Del Pozo (2011) observaram que, à medida que a planta cresce, há um aumento linear nos teores de FDN, FDA e lignina, o que leva à queda de proteína bruta (PB), digestibilidade, energia e nutrientes digestíveis totais (NDT), especialmente em ciclos de rebrote mais longos.

Esse comportamento está relacionado à fisiologia da planta. As espécies que utilizam a via fotossintética C₃, como a moringa, realizam a fixação do CO₂ diretamente nas células do mesófilo via enzima Rubisco, o que resulta em paredes celulares mais delgadas e teores menores de compostos fenólicos (Sage et al., 2011). Em contraste, espécies C₄, adaptadas a ambientes de alta temperatura e radiação, desenvolveram bainhas vasculares espessadas e maiores quantidades de lignina nas paredes celulares, como apontam Ehleringer et al. (1997). Esse fator anatômico reflete diretamente nos teores de FDN e FDA, visto que o aumento de lignina reduz a solubilização dessas frações durante os ensaios de digestibilidade.

Além do seu uso nutricional e zootécnico, a *Moringa oleifera* também é amplamente empregada na medicina tradicional, sobretudo no continente asiático. Na Índia, por exemplo, a planta é utilizada no tratamento de inflamações como gota, reumatismo, asma e infecções dérmicas (Rajanandh et al., 2012). Pesquisas conduzidas por Martínez-González et al. (2017) apontam seu potencial farmacológico, com efeitos anti-inflamatórios e analgésicos. Além disso, Muhammad et al. (2016) destacam sua ação no auxílio glicêmico em casos de diabetes.

1.3 ADUBAÇÃO

A crescente demanda por práticas agrícolas sustentáveis tem impulsionado o uso de adubos orgânicos, que são derivados de materiais de origem vegetal, animal ou agroindustrial.

Estes insumos promovem melhorias físicas, químicas e biológicas no solo, além de contribuírem para a saúde das plantas e a redução de impactos ambientais (Trani et al., 2013).

Os adubos orgânicos, também chamados de adubos naturais, são de origem animal ou vegetal e apresentam características e propriedades distintas dos adubos minerais (Raij, 2017). A matéria orgânica presente nesses insumos aumenta a capacidade de retenção de água, favorece a agregação das partículas do solo e estimula a atividade microbiana benéfica (Moura et al., 2023).

De acordo com Candian (2018) e Cardoso et al. (2020), o manejo adequado de adubos orgânicos pode atuar na redução de perdas, melhorando o aproveitamento dos nutrientes pelas plantas. No entanto, os resultados obtidos podem variar de acordo com a fonte orgânica utilizada (Nordi et al., 2022).

Segundo Alencar et al. (2013), agricultores que adotam sistemas orgânicos relatam melhoria na qualidade de vida e maior conservação do solo, em contraste com o uso intensivo de adubos químicos no sistema convencional.

Nesse contexto, a farinha de casco e chifres surge como uma alternativa relevante. Trata-se de um resíduo natural oriundo do abate de bovinos, que representa uma fonte significativa de nitrogênio. Por possuir uma liberação mais rápida que outros adubos orgânicos, é utilizada tanto na produção de biofertilizantes quanto na adubação de cobertura. Além disso, por ser uma fonte de nitrogênio orgânico de baixo custo, seu uso contribui para o reaproveitamento de resíduos da indústria e incentiva práticas sustentáveis (Almeida et al., 2021; Nordi et al., 2022).

Ao compararmos o pó de casco e chifre com adubos químicos (NPK), observa-se uma liberação lenta de nutrientes, característica atribuída à presença de queratina. Essa substância se decompõe gradualmente no solo, fornecendo nitrogênio de forma contínua às plantas (Garden Landscape, 2025).

Os resíduos de abatedouro, como o pó de chifre e casco, são fontes importantes de nitrogênio e fósforo, apresentando valores de 14% de N e 27% de P_2O_5 . Com relação à proporção C/N, observam-se valores em torno de 3,5:1. Provenientes do processamento de abate de bovinos, esses materiais são comercializados como farinha de casco e chifres ou farinha de ossos, funcionando como fontes alternativas de nutrientes para o solo (Trani; Trani, 2011 e Cavallaro Junior et al., 2009).

Segundo Adebayo et al. (2011), essa fonte de adubação apresenta facilidade de germinação em diversos tipos de solos, sendo que o crescimento da cultura se intensifica com o uso de adubos. Os autores afirmam que a cultura apresenta melhor resposta à adubação

orgânica, com aumentos na produção de matéria seca e maior produtividade por hectare (colocar pó de chifre e casco).

Estudos também indicam que as mudas de moringa apresentam maior espessura no caule (diâmetro à altura do peito), sugerindo que condições nutricionais adequadas influenciam diretamente o desenvolvimento vegetal. Segundo Costa et al. (2019), foi registrado um diâmetro de 55 cm na muda de moringa, o que reforça a hipótese de que uma elevada demanda e disponibilidade de nutrientes no meio de cultivo favorecem o crescimento da planta.

1.4 RELAÇÃO FOLHA/CAULE

A relação folha/caule (RFC) é um importante indicador na avaliação da qualidade da biomassa forrageira em espécies arbóreas utilizadas na alimentação animal. Esse parâmetro está diretamente ligado ao valor nutricional da forragem, já que as folhas apresentam maior concentração de nutrientes e melhor digestibilidade quando comparadas aos caules. Assim, variações na RFC impactam significativamente o consumo e o aproveitamento da forragem pelos ruminantes (Embrapa, 2007).

Na espécie *Moringa oleífera*, essa relação é particularmente evidente, pois suas folhas apresentam elevado teor proteico. Segundo Silva (2021), a altura de corte influencia diretamente a proporção entre folhas e caules. Plantas colhidas com altura superior a 1,60 metros apresentam maior acúmulo de massa no caule (acima de 58%), enquanto cortes realizados em torno de 1 metro favorecem maior proporção de folhas, resultando em uma forragem de melhor qualidade nutricional.

Além da altura de corte, a idade de rebrote também exerce influência significativa sobre a composição da planta. Méndez et al. (2018) avaliaram diferentes idades de rebrote (60, 90, 120, 150 e 180 dias) e observaram que o teor de proteína bruta diminuiu progressivamente com o avanço da idade, tanto na estação chuvosa quanto na seca, com diferenças significativas entre todas as idades avaliadas.

Conforme os autores, à medida que o intervalo entre cortes se estende, há um aumento proporcional da biomassa de caule em relação às folhas. Esse processo está associado à maior lignificação dos tecidos e ao aumento dos teores de fibra, especialmente fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), o que compromete a digestibilidade da forragem.

De fato, Méndez et al. (2018) demonstraram que a elevação da idade de rebrote da *Moringa oleífera* resulta em acréscimos significativos nos teores de FDN, atingindo valores máximos de 34,41% e 31,97% aos 180 dias, nas estações chuvosa e seca, respectivamente. Paralelamente, observou-se uma queda na digestibilidade da matéria seca e nos nutrientes

digestíveis totais, confirmando que a maturidade avançada da planta reduz sua qualidade nutricional, principalmente em razão do aumento de componentes fibrosos e do processo de lignificação.

1.5 CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO DE ENSILAGEM

A ensilagem é um método de conservação realizado por meio do armazenamento de forragens em condições anaeróbicas. Nesse ambiente, ocorre a proliferação de bactérias que degradam os carboidratos em ácido lático, promovendo a redução do pH e inibindo o desenvolvimento de organismos deletérios (Pahlow et al., 2003).

Esse processo pode ser dividido em quatro etapas distintas: (1) a fase aeróbica, que se inicia logo após a colheita, quando ainda há presença de oxigênio; (2) a fase fermentativa, marcada pelo crescimento de bactérias anaeróbicas e pela produção de ácido lático, CO₂, etanol e ácido acético; (3) a fase de armazenagem e estabilidade no silo, caracterizada por baixa atividade bacteriana em razão do pH entre 3,8 e 4,2, estabilizado pela fermentação láctica; e, por fim, (4) a fase de abertura do silo, quando a silagem volta a ter contato com o oxigênio, favorecendo a proliferação de microrganismos indesejáveis, como fungos, bactérias e leveduras (Wilkinson & Davies, 2013).

Durante essas fases, especialmente no momento do enchimento e vedação do silo, a compactação da forragem exerce impacto direto na produção de efluentes. Pressões mais elevadas podem romper a membrana celular das plantas, facilitando o extravasamento de líquidos (Loures; Nússio, 2002). Quanto ao pH, Balieiro Neto et al. (2012) afirmam que “a adição de cal virgem aumentou o pH das silagens na abertura dos silos”, promovendo maior estabilidade aeróbia durante o período de exposição. Além disso, Santana Loures et al. (2004) destacam que as perdas por efluente e gases em silagens de capim Tanzânia atingiram 23% e 21% nas forragens não-emurchecidas e emurchecidas, respectivamente. Esses dados reforçam a importância do controle do teor de matéria seca e do manejo fermentativo, a fim de minimizar perdas nutricionais.

O sucesso da ensilagem está diretamente ligado a fatores como as características da planta forrageira utilizada, o manejo adequado e as condições de armazenamento (Dos Santos et al., 2010). Dentre as características mais relevantes estão o teor de matéria seca, os carboidratos solúveis e a capacidade tampão da forragem (Driehuis & Van Wixselaar, 2000).

O teor de matéria seca, por exemplo, é fundamental para evitar perdas. Quando inferior a 20%, há formação excessiva de efluentes, além da lixiviação de compostos nitrogenados, açúcares solúveis e sais minerais, comprometendo a qualidade da silagem (Jobim et al., 2007).

Tradicionalmente, as silagens mais comuns são produzidas a partir de gramíneas como milho, sorgo e milheto, amplamente utilizadas na bovinocultura de corte, principalmente em sistemas de produção intensivos (Fontaneli & Fontaneli, 2007). Para reduzir custos e otimizar a produção, é recomendada a escolha de híbridos com alta produtividade, boa fermentação e digestibilidade (de Oliveira et al., 2017).

No entanto, um desafio comum na silagem de gramíneas é o baixo teor proteico, o que limita seu valor nutricional (Khan et al., 2015 & Sucu et al., 2016). Para superar essa limitação, a associação com leguminosas tem sido adotada, resultando em silagens mistas com maior teor de proteína.

Jahanzad et al. (2016) destacam que essa prática promove não apenas o aumento da proteína, mas também maior concentração de ácido lático e redução dos teores de FDN, além de contribuir para a viabilidade econômica da produção de silagem.

Nesse contexto, a incorporação de *Moringa oleifera* fresca tem se mostrado promissora. Estudos indicam que sua inclusão em silagens pode reduzir significativamente a presença de microrganismos indesejáveis, como bactérias dos gêneros *Enterobacter* e *Clostridium*, especialmente em silagens de alfafa e stylo (He et al., 2019 & Wang et al., 2019).

Adicionalmente, o extrato de *Moringa oleifera* apresenta ação antimicrobiana contra bactérias deletérias como *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Listeria*, *Escherichia*, além de fungos como *Candida*, *Aspergillus* e *Cryptococcus*, frequentemente encontrados em silagens de leguminosas. Isso contribui para uma silagem de maior qualidade e segurança (Wang et al., 2019 & Yang et al., 2019).

Partindo dessa perspectiva, o presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos de dois tipos de adubação (pó de chifre e casco, e ureia) e de três alturas de corte (1,96 m, 3,00 m e 3,40 m) sobre a produtividade e a composição bromatológica da *Moringa oleifera*, cultivada na região Norte do Paraná. Para tanto, foram avaliadas a produção de biomassa por hectare, bem como a produção e a composição bromatológica das frações foliar e caulinar. O estudo busca contribuir para o aprimoramento do manejo agrônomico da espécie, promovendo maior eficiência produtiva associada à qualidade nutricional da biomassa, com vistas à sua utilização como alternativa alimentar e/ou forrageira de forma sustentável.

De forma complementar, outro experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a viabilidade do uso da *Moringa oleifera* na ensilagem, por meio de sua mistura com outras três forragens milho, cana-de-açúcar e capim capiaçu em diferentes proporções (0%, 25%, 50%, 75% e 100% de moringa em cada combinação). Nesse ensaio, foram analisados parâmetros como pH, compactação e perdas por efluente, além da composição bromatológica das silagens

obtidas, com foco em proteína bruta, matéria seca, cinzas, fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT). A integração dos resultados desses dois estudos visa ampliar o conhecimento sobre o uso agrônomico e nutricional da moringa, tanto em sistemas de cultivo quanto em sua aplicação na alimentação animal por meio da ensilagem.

2 REFERÊNCIA

ADEBAYO, A. G. et al. Moringa oleifera plant growth and leaf yield response to different levels of organic and npk fertilizers in ibadan, nigeria. *JOURNAL OF APPLIED BIOSCIENCES*, v. 44, p. 3001–3007, 2011.

ALENCAR, J. A. et al.; Agricultura orgânica: práticas sustentáveis e produtividade. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 8, n. 2, p. 45–58, 2013.

ALMEIDA, L. F. et al. Utilização de resíduos de abatedouros como fonte alternativa de adubação orgânica. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 16, n. 3, p. 142–148, 2021.

AZZAZ, H.H.; et al. Moringa oleifera and Echinacea purpureae as supplements for Rhamani lactating ewe's diets and their effect on rumen characteristics, nutrients digestibility, blood parameters, milk production, composition and its fatty acid profile. *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 2016.

CANDIAN, J. S. Adubação orgânica e seus efeitos na produção agrícola. *Revista Brasileira de Agricultura Sustentável*, v. 8, n. 1, p. 21–29, 2018.

CARDOSO, D. p. et al. Manejo de adubação orgânica e suas influências na produtividade agrícola. *Revista Científica de Agricultura*, v. 12, n. 2, p. 45–53, 2020.

CASTRO, F. D. et al. Potencial efeito terapêutico das folhas de Moringa oleifera Lamarck: uma revisão do seu papel no controle da glicemia em estudos in vivo. *Revista Fitos*, v. 17, n. 2, 2022.

CAVALLARO JUNIOR, M. A. et al. Fontes alternativas de fósforo para adubação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n. 2, p. 341–348, 2009.

COSTA, A. F; et al. Efeito da qualidade de luz no desenvolvimento da Moringa sob telados de diferentes cores. *Revista Internacional de Ciências*, 9(2), 103-114, (2019).

DE OLIVEIRA, J. S. et al. Avaliação da silagem de híbridos de milho com diferentes características agrônomicas. *Revista Ciência Agronômica*, v. 48, n. 4, p. 619–627, 2017.

DOS SANTOS, C. L. et al. Características da silagem de diferentes espécies forrageiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 9, p. 1937–1946, 2010.

DRIEHUIS, F.; VAN WIKSELAAR, p. G. Silage fermentation process and prevention of spoilage. *Animal Feed Science and Technology*, v. 82, p. 299–314, 2000.

- EHLERINGER J.R., CERLING T.E., HELLIKER B.R. C₄ photosynthesis, atmospheric CO₂, and climate. *Oecologia*. 1997.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Índice de área foliar e relação folha/caule do estíloantes Campo Grande. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2007.
- FARIA, E. Dicionário Escolar Latino Português. 6. ed. Rio de Janeiro: FAE. 592 p. 1991.
- FERREIRA, p. M. p. et al. Moringa oleifera: compostos bioativos e potencialidade nutricional. *Revista de Nutrição*, v. 21, n. 4, p. 431–438, 2008.
- FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S. Produção e utilização de forragens conservadas. In: *Simpósio sobre Produção e Utilização de Pastagens*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007.
- GARDEN LANDSCAPE. Farinha de chifre e casco: uso e benefícios. *Revista Digital de Jardinagem*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 22–30, 2025.
- GOPALAN, C. Micronutrient malnutrition in SAARC, *Boletín del NFI*. Índia, 1994.
- HE, L.; et al.. *J. Dairy Sci.*(2019).
- HERRERA, A.; DEL POZO, C. Caracterización bromatológica de Moringa oleifera en diferentes estados de desarrollo. *Redalyc*, 2011.
- JAHANZAD, E. et al. Effect of legume-grass mixed silage on quality and fermentation characteristics. *Agricultural Sciences*, v. 7, n. 8, p. 611–620, 2016.
- JOBIM, C. C. et al. A importância da matéria seca na ensilagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 6, p. 1939–1946, 2007.
- KHAN, n. A. et al. Fermentation characteristics and nutritive quality of silage as influenced by mixing of oat and legume forage. *Animal Feed Science and Technology*, v. 199, p. 62–68, 2015.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. p. 346–347.
- MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, C. L. et al. Moringa oleifera, a species with potential analgesic and anti-inflammatory activities. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, v. 87, p. 482–488, 2017.
- MÉNDEZ, n. v. A. et al. Efeito da idade de rebrote sobre a composição bromatológica da moringa oleifera. *Agroproductividad*, v. 11, n. 7, p. 12–18, 2018.
- MENDIETA-ARAICA, B; Et al. Moringa (Moringa oleifera) leaf meal as a source of protein in locally produced concentrates for dairy cows fed low protein diets in tropical areas. *Livest. Sci.* 2011.
- MOURA, J. F. p. et al. Potencial da moringa na alimentação humana. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 12, n. 4, p. 578–584, 2010.

- MOURA, L. A., et al. Compostagem e saúde do solo: uma abordagem agroecológica. *Revista de Ciências Ambientais*, v. 15, n. 3, p. 88–97, 2023.
- MOURA, M. C. et al. Multi-effect of the water-soluble *Moringa oleifera* lectin against *Serratia marcescens* and *Bacillus* sp.: antibacterial, antibiofilm and anti-adhesive properties. *Journal of Applied Microbiology*, v. 123, n. 4, p. 861–874, 2017.
- MOYO, B. et al. Nutritional characterization of *Moringa* (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology*, v. 10, n. 60, p. 12925–12933, 2011.
- MUHAMMAD, H. I. et al. A review on promising phytochemical, nutritional and glycemic control studies on *Moringa oleifera* Lam. in tropical and sub-tropical regions. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, v. 6, n. 10, p. 896–902, 2016.
- NORDI, F. S. et al. Fontes alternativas de adubação orgânica na produção de hortaliças. *Horticultura Brasileira*, v. 40, n. 1, p. 32–38, 2022.
- OLIVEIRA, S. M. L. et al. Composição química, atividade biológica e segurança de uso da *Moringa oleifera* Lam. *Brazilian Journal of Natural Sciences*, v. 4, n. 3, p. 1–15, 2022.
- OLSON, M. E.; FAHEY, J. W. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, v. 82, n. 4, p. 1071–1082, 2011.
- PADAYACHEE, B.; BAIJNATH, H. An overview of the medicinal importance of *Moringa oleifera*. *South African Journal of Botany*, v. 129, p. 231–241, 2020.
- PAHLOW, G. et al. Silage fermentation and additive use. In: *Grassland Science in Europe*, v. 8, p. 267–276, 2003.
- PÉREZ, R. et al. Composición química de hojas de *Moringa oleifera*: influência de la edad y condiciones de cultivo. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, v. 11, n. 3, p. 29–36, 2010.
- RAIJ, B. *Fertilidade do solo e manejo de nutrientes*. 2. ed. Piracicaba: IPNI, 2017.
- RAJANANDH, M. G. et al. *Moringa oleifera* Lam. A herbal medicine for hyperlipidemia. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, v. 2, supl. 2, p. 790–795, 2012.
- RIZZO, R. Nutrição e propriedades funcionais da *Moringa oleifera* Lam. *Revista de Nutrição Funcional*, v. 10, n. 2, p. 26–34, 2019.
- SAGE R.F., PEARCY R.W., SEEMAN J.R.. The temperature response of C₃ and C₄ photosynthesis. *Plant, Cell & Environment*. 2011.
- SÁNCHEZ, n. R.; et al. Biomass Production and Chemical Composition of *Moringa oleifera* under Different Management Regimes in Nicaragua. *Agroforest Syst* 66, 231–242 (2006).
- SANTOS, A. R. F. Desenvolvimento inicial de *Moringa oleifera* Lam. sob condições de estresse. *Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal de Sergipe*. 2010.

- SANTOS, F. T. dos. et al. Composição bromatológica e potencial forrageiro de espécies arbóreas leguminosas em sistemas integrados. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 14, n. 3, p. 327–336, 2019.
- SARKAR S; Et al. Effect of supplementation of *Moringa oleifera* leaves on in vitro methane emissions and rumen fermentation on roughage based ration. *Proceedings of the XVI Biennial Animal Nutrition Conference on Innovative Approaches for Animal Feeding and Nutritional Research*; Karnal, India. 2016.
- SCHWARTZ, A. L. *Moringa oleifera*: cultivo e uso tradicional. *Revista Brasileira de Fitomedicina*, v. 2, n. 1, p. 45–49, 2000.
- SILVA, M. A. S. et al. Composição química e potencial nutricional da *Moringa oleifera*. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 5, n. 2, p. 323–329, 2010.
- SILVA, W. M. G. Produção de folhas de *Moringa oleifera* Lam. submetidas à adubação NPK em São João Evangelista – MG. 2021. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Instituto Federal de Minas Gerais, São João Evangelista, 2021.
- SUCU, E.; FİLY, A. Influence of maize hybrids on silage quality. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, v. 40, p. 491–500, 2016.
- TASFAYE, T. et al. Chemical composition and nutritive value of *Moringa oleifera* leaves. *Asian Journal of Agricultural Research*, v. 8, n. 3, p. 115–122, 2014.
- TRANI, p. E., et al. Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2013.
- TRANI, p. E.; TRANI, M. Adubação orgânica e fontes alternativas de nutrientes. *Boletim Técnico do Instituto Agrônômico de Campinas*, n. 201, p. 1. 2011.
- WANG, C. et al. *Bioresource Technol.* (2019).
- WILKINSON, J.M.; DAVIES, D.R.; The aerobic stability of silage: Key findings and recent developments. *Grass Forage Sci.* v. 68, p.1–19. 2013.
- YANG, L.L.; et al. *Bioresour. Technol.* (2019).
- YURRE, A. R. et al. Avaliação dos efeitos cardíacos da lectina solúvel em água (WSMoL) de sementes de *Moringa oleifera*. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 114, n. 6, p. 1029–1037, 2020.
- ZENG, B; Et al. Effects of *Moringa oleifera* silage on milk yield, nutrient digestibility and serum biochemical indexes of lactating dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2018.

CAPITULO I - EFEITOS DA ADUBAÇÃO E DA ALTURA DE CORTE SOBRE A COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E A PRODUTIVIDADE DE FORRAGEM.

1 INTRODUÇÃO.

No BRASIL, a criação de ruminantes é predominantemente realizada em sistemas a pasto, o que permite reduzir os custos com alimentação e posiciona o país como um dos principais protagonistas na produção animal em nível mundial. No entanto, a disponibilidade de forragem nesses sistemas é fortemente influenciada pela sazonalidade climática, o que exige dos produtores a adoção de estratégias que garantam o fornecimento contínuo de alimento ao longo de todo o ano.

Nesse contexto, a Moringa oleífera tem se destacado como uma alternativa promissora para a alimentação animal, especialmente na forma de silagem. Sua crescente valorização no cenário nacional se deve à elevada adaptabilidade a diferentes condições ambientais, ao alto valor nutritivo e à baixa exigência em tratamentos culturais. Trata-se de uma planta versátil e de custo acessível, o que a torna atrativa para sistemas produtivos sustentáveis, com potencial de utilização não apenas para ruminantes, mas também para animais não ruminantes (Silva et al., 2019 & Catunda et al., 2017 & Sobral et al., 2020).

Originária da Índia, a moringa é uma espécie perene amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais. Destaca-se pela facilidade de germinação em variados tipos de solo, e responde positivamente à adubação, sobretudo a orgânica, com incremento no crescimento e na produtividade. Estudos demonstram que a adubação adequada proporciona aumentos significativos na produção de matéria seca e no rendimento por hectare (Silva et al., 2013 & Adebayo et al., 2011).

Além disso, a moringa apresenta elevada capacidade de produção de forragem fresca, podendo atingir até 80 toneladas por hectare em sistemas convencionais e até 210 toneladas por hectare em condições irrigadas, com cortes a cada 45 dias. A produção de matéria seca por corte varia entre 2,6 e 34 toneladas por hectare, dependendo do manejo e das condições de cultivo (Reyes, 2006 & Pérez et al., 2010 & Padilla et al., 2015 & Sosa et al., 2017). Essa ampla versatilidade também se reflete em seus múltiplos usos: além da forragem, é aplicada na fitoterapia, na alimentação humana e na produção de feno, evidenciando seu potencial multifuncional (Silva et al., 2011 & Mendieta Araica et al., 2009 & Aldana et al., 2010).

Entre os fatores que influenciam a qualidade da biomassa forrageira, destaca-se a relação folha/colmo (RFC), que está diretamente associada ao espaçamento entre plantas. O adensamento populacional pode intensificar a competição por recursos como luz, água e

nutrientes, resultando em menor desenvolvimento radicular, alongamento excessivo do caule e redução na produção de folhas. Em contrapartida, espaçamentos mais amplos tendem a favorecer o desenvolvimento foliar, refletindo positivamente na qualidade nutricional da planta (Pauleski, 2010). A adubação também desempenha papel fundamental nesse contexto: tanto fertilizantes minerais, como o NPK (21-17-17), quanto fontes orgânicas como o esterco de aves têm se mostrado eficazes no estímulo ao crescimento da moringa em diferentes condições edafoclimáticas (Sarwar et al., 2018 & Adebayo et al., 2017).

Diante da escassez de informações técnicas sobre o cultivo e o manejo da moringa em larga escala, torna-se essencial desenvolver estratégias que otimizem sua produtividade e qualidade nutricional. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de dois tipos de adubação ureia e pó de casco e chifre associados a três diferentes alturas de corte (1,96 m, 3,00 m e 3,40 m), sobre a produção de biomassa e a composição bromatológica da *Moringa oleífera*. A proposta visa gerar recomendações práticas e economicamente viáveis aos produtores, ampliando as possibilidades de uso da moringa na alimentação animal.

Além disso, em um estudo complementar, foi avaliado o desempenho da *Moringa oleífera* na produção de silagem, por meio da sua combinação com outras três forragens: milho, cana-de-açúcar e capim capiaçu, em diferentes proporções (0%, 25%, 50%, 75% e 100% de moringa em cada mistura). Essa investigação envolveu a análise de parâmetros como pH, compactação e perdas por efluente, bem como a avaliação bromatológica das silagens obtidas, com ênfase em proteína bruta, matéria seca, cinzas, fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT). A integração entre os dois estudos visa ampliar o entendimento sobre as potencialidades da moringa, tanto no campo produtivo quanto na sua utilização como alternativa alimentar de qualidade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS.

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel (UENP/CLM), localizada em Bandeirantes-PR (BR 369, Km 54). Antes da implantação do experimento, foi realizada a análise química e física do solo da área experimental, cujos resultados encontram-se descritos na Tabela 1.

Tabela 1- Características químicas e físicas do solo da área experimental.

| pH | M.O. | P | K | Ca | Mg | H+Al | SB | CTC | V | Areia | Silte | Argila |
|-------------|---------------|--------------|---------------|-------------|-------------|---------|-------------|---------------|-----------|-------|---------------|---------------|
| 5,2- 5,6 | 17,4- 22,8 | 9,2- 13,7 | 0,28- 0,59 | 4,0- 6,1 | 2,1- 2,5 | 3,8-4,3 | 7,1- 9,2 | 11,0- 13,5 | 64- 68 | 0,0 | 11,4- 13,3 | 42,0- 46,8 |

Unidades: MO (g/kg) (matéria orgânica); P (mg/dm³) (fosforo) ; K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio), H+Al (acidez total), SB (soma de bases), CTC (capacidade de troca de cátions) (cmolc/dm³); V (saturação de bases), Areia, Silte, Argila (%).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (canteiros), com três repetições. Os tratamentos foram três tipos de adubação (controle sem adubo - C; pó de chifre e casco bovino moídos – PCC (figura 1); e ureia - U) com três alturas de corte (1,96; 3,00 e 3,40 metros), totalizando 27 unidades experimentais (3 adubos × 3 alturas × 3 repetições).

A semeadura da Moringa oleífera foi realizada diretamente, com espaçamento de 60 cm entre linhas e 15 cm entre plantas, totalizando de 6 a 7 plantas por metro. Cada unidade experimental (canteiro) media 4 × 4 metros, com intervalo de 1,0 metro entre os canteiros.

A adubação nitrogenada foi aplicada na dose única de 50 kg de nitrogênio por hectare, o que correspondeu a 180 g de ureia e 530 g de pó de chifre e casco por canteiro (com 16 m²), conforme cada tratamento.

Os cortes foram realizados à medida que as plantas atingiam as alturas estipuladas (1,96; 3,00 e 3,40 m), sem intervalo fixo entre os cortes sendo realizado um corte de uniformização 14/03/2024, primeiro corte 1,96m 11/05/2024, segundo corte 3m 07/08/2024 e terceiro corte 3,4m 14/09/2024. As alturas eram inicialmente de 2,0; 3,0 e 4,0 metros, mas diante da falta de chuvas foram a última ficou em 3,40 metros. Em cada canteiro foram escolhidas três fileiras aleatoriamente, das quais se colheu 1,0 metro linear de plantas para determinação das variáveis que foram analisadas. Assim, após a escolha das fileiras, antes da colheita, foi registrado o diâmetro do caule à altura do peito (DAP) (Serviço Florestal Brasileiro 2014). As plantas foram cortadas a 20-25 cm do solo e pesadas para o cálculo da produção (kg/ha= (Produção na área amostrada (kg) / área amostrada (m²)) x 10.000) por hectare em cada metro linear. Foram selecionadas aleatoriamente duas plantas: uma foi destinada à análise da planta inteira, e outra para a separação em folhas e caule. Com isso, três plantas por canteiro foram avaliadas em cada parâmetro. Ao final do corte dos metros cortados, foram realizados a uniformização de cada canteiro para o novo ciclo de crescimento (Figura 2).

Após o corte, tanto as plantas inteiras quanto as partes separadas (folhas e caule) foram trituradas e homogeneizadas sobre lona plástica (Figura 3), sendo então amostradas em

duplicata. As amostras foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a 60 °C e, em seguida, moídas em moinho do tipo Willey com peneira de 1,0 mm.

Figura 1- Análise da composição química do pó de casco e chifres.

| Parâmetro | Unidade | Base Seca | In Natura |
|---|-----------------------|------------------|------------------|
| pH CaCl ₂ 0,01 M (Ref. 1:2,5) | -- | 7,34 | -- |
| Densidade | g/cm ³ | 0,43 | -- |
| Condutividade Elétrica | mS/cm | 1,96 | -- |
| Umidade a 60-65°C | % | 5,34 | ns |
| Umidade 105 °C | % | 6,41 | ns |
| Matéria Orgânica Total | % | 96,61 | 91,46 |
| Matéria Orgânica Compostável (Titulação) | % | 45,90 | 43,45 |
| Matéria Orgânica Resistente a Compostagem | % | 50,71 | 48,01 |
| Carbono Total (Orgânico e Mineral) | % | 56,17 | 53,17 |
| Carbono Orgânico | % | 26,69 | 25,26 |
| Materiais Inertes | % | < 0,5 | < 0,5 |
| Resíduo Mineral Total | % | 3,39 | 3,20 |
| Relação C/N (C Total e N Total) | -- | 4 | 4 |
| Relação C/N (Orgânico e N Total) | -- | 2 | 2 |
| Nitrogênio Total | % | 14,11 | 13,36 |
| Fósforo Total (P ₂ O ₅ Total) | % | 0,62 | 0,58 |
| Fósforo Ác. Cit. (P ₂ O ₅ Ac. Cit.) | % | 0,50 | 0,46 |
| Fósforo H ₂ O (P ₂ O ₅ H ₂ O) | % | 0,10 | 0,08 |
| Capacidade de Trocar Cátions | mmolc/dm ³ | 620 | -- |
| CTC/C | -- | 23 | -- |
| Capacidade de Retenção de Água | % | 236,52 | -- |
| Potássio (K ₂ O Total) | % | 0,06 | 0,06 |
| Cálcio (Ca Total) | % | 0,43 | 0,41 |
| Magnésio (Mg Total) | % | 0,15 | 0,14 |
| Enxofre (S Total) | % | 0,07 | 0,07 |
| Boro (B Total) | mg/Kg | 2,15 | 2,04 |
| Cobre (Cu Total) | mg/Kg | 7,73 | 7,32 |
| Ferro (Fe Total) | mg/Kg | 704,13 | 666,53 |
| Manganês (Mn Total) | mg/Kg | 15,16 | 14,35 |
| Zinco (Zn Total) | mg/Kg | 147,31 | 139,45 |
| Sódio (Na Total) | mg/Kg | 1377,75 | 1304,18 |
| Cobalto (Co Total) | mg/Kg | < LQ | < LQ |
| Molibdênio (Mo Total) | mg/Kg | 51,10 | 48,37 |
| Alumínio (Al Total) | mg/Kg | 1232,12 | 1166,32 |
| Níquel (Ni Total) | mg/Kg | < LQ | < LQ |
| Selênio (Se Total) | mg | | |

Figura 2- Canteiro após corte experimental e uniformização.



Fonte: Acervo do projeto.

Figura 3- Material triturado e homogeneizado.



Fonte- Acervo do projeto.

Para as análises bromatológicas, foram realizadas a determinação dos seguintes parâmetros: Matéria seca (MS) a 105 °C; Cinzas; Proteína bruta (PB); Fibra em detergente neutro (FDN), sendo que Todas as análises seguiram as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). O teor de matéria orgânica (MO) foi obtido pela fórmula:.

$$\text{MO (\%)} = 100 - \% \text{ de matéria mineral (cinzas)}.$$

O valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi estimado conforme Bolsen (1996), pela equação:.

$$\text{NDT} = 87,84 - (0,70 \times \text{FDN}).$$

Os dados foram organizados em planilhas e submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO.

Em relação a DAP (Tabela 2), observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos nas alturas de corte de 1,96 m e 3,40 m ($P > 0,05$). Contudo, na altura de 3,00 m, o tratamento controle (8,39 cm) apresentou DAP significativamente maior do que o tratamento com ureia (5,40 cm), enquanto o tratamento com pó de chifre e casco (6,55 cm) não diferiu dos demais.

Tabela 2 – Diâmetro da altura do peito, matéria verde tonificada por hectare (MV ton/ha), matéria seca por tonificada hectare (MS ton/ha) e porcentagem de matéria seca de Moringa com diferentes adubos e altura de corte da planta inteira.

| | | Alturas de Corte | | |
|----------------|----------------------|------------------|---------|---------|
| Tratamentos | | 1,96 m | 3,00 m | 3,40 m |
| DAP (cm) | Controle | 4,44 a | 8,39 a | 7,61 a |
| | Pó de Chifre e casco | 4,00 a | 6,55 ab | 7,50 a |
| | Ureia | 3,67 a | 5,40 b | 6,22 a |
| MV (ton/ha) | Controle | 44,80 a | 55,33 a | 71,18 a |
| | Pó de Chifre e casco | 43,78 a | 39,46 a | 57,30 a |
| | Ureia | 48,71 a | 53,90 a | 39,46 a |
| MS (ton/ha) | Controle | 7,20 a | 12,47 a | 15,79 a |
| | Pó de Chifre e casco | 7,60 a | 9,62 a | 12,98 a |
| | Ureia | 7,57 a | 12,10 a | 10,89 a |
| MS (%) | Controle | 16,4 a | 17,0 a | 18,6 a |
| | Pó de Chifre e casco | 17,3 a | 15,4 a | 21,8 a |
| | Ureia | 16,8 a | 17,4 a | 21,4 a |

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre tratamentos dentro de cada altura de corte ($P < 0,05$); médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre Altura de corte dentro de cada tratamento ($P < 0,05$).

Esses resultados podem ser explicados pela dinâmica de crescimento da Moringa oleífera em condições de manejo distintas. Conforme Sánchez et al. (2020), o crescimento em diâmetro do caule está diretamente relacionado à disponibilidade de nutrientes no solo e às condições ambientais, sobretudo nos estágios iniciais. Em situações de estresse hídrico, as plantas priorizam o aumento do diâmetro, em detrimento da altura, como estratégia para melhorar resistência mecânica e armazenamento de água e nutrientes.

Padilla et al. (2017) complementam que a resposta da moringa à adubação nitrogenada no crescimento em diâmetro não é linear, variando conforme o estágio fenológico. Em seu

estudo, plantas jovens responderam melhor à adubação nitrogenada, enquanto plantas em estágios avançados apresentaram respostas mais variáveis, influenciadas pelas condições edafoclimáticas.

A ausência de diferença significativa nos DAP das alturas de corte de 1,96 m e 3,40 m sugerem que, nesses estágios, fatores como idade da planta e competição por recursos podem exercer maior influência, conforme observado por Resende et al. (2019), pois plantas mais velhas tendem a apresentar taxas de crescimento em diâmetro mais estáveis.

DE MODO GERAL, observou-se um aumento no teor de MS com o aumento da altura de corte, particularmente nos tratamentos com pó de chifre e casco (de 17,3 % para 21,8 %) e uréia (de 16,8 % para 21,4 %). Esse comportamento está de acordo com os achados de Demiroğlu Topçu et al. (2024), que relataram maior acúmulo de matéria seca em plantas colhidas tardiamente, refletindo maior lignificação dos tecidos vegetais. Segundo Méndez et al. (2018), esse processo de maturação reduz a proporção de componentes solúveis e celulares, elevando a concentração de fibras estruturais.

Mendonça et al. (2022) observaram correlação positiva entre o teor de matéria seca e a idade das plantas de *Moringa oleífera*. Os autores destacam que plantas mais altas apresentam maior proporção de caule e maior grau de lignificação, o que contribui para o aumento do teor de matéria seca.

A ausência de efeito da adubação sobre o teor de MS indica que esse parâmetro foi influenciado sobretudo pelo desenvolvimento, e não pelo tipo de nutriente fornecido. Foidl et al. (2019) afirmam que a moringa apresenta alta adaptabilidade nutricional, mantendo padrões de desenvolvimento estáveis mesmo sob condições nutricionais distintas, desde que não haja deficiências severas.

Em relação à produção de matéria seca (MS ton/ha) (Tabela 2), não foram observadas diferenças entre os tratamentos nas diferentes alturas de corte ($P > 0,05$). Os valores variaram de 7,20 a 7,60 ton/ha na altura de 1,96 m, 9,62 a 12,47 ton/ha na altura de 3,00 m, e 10,89 a 15,79 ton/ha na altura de 3,40 m. Embora não tenha sido detectada significância, nota-se uma tendência consistente de aumento na produção de MS com o incremento da altura de corte em todos os tratamentos avaliados.

Esta tendência de aumento na produção de MS com a maior altura de corte está em consonância com os resultados obtidos por Vieira (2023), os quais avaliaram diferentes estratégias de manejo de altura da *Moringa oleífera* para produção de biomassa. Os autores verificaram que plantas manejadas com maior altura de corte apresentaram maior acúmulo de

biomassa devido ao maior período de desenvolvimento vegetativo, resultando em maior produção de matéria seca por unidade de área.

A ausência de diferenças entre os tratamentos de adubação pode estar relacionada à capacidade adaptativa da *Moringa oleífera* a diferentes condições edáficas. Motis & Reader (2019), em estudo sobre o efeito da adubação NPK na produção de folhas de *Moringa* no segundo ano de cultivo, observaram que após o estabelecimento inicial da cultura, as adubações nitrogenadas não influenciaram as variáveis de crescimento e produtividade das plantas. Os autores atribuem este comportamento à eficiência da espécie na utilização de nutrientes do solo e à sua adaptabilidade a diferentes condições ambientais.

Sousa et al. (2015), ao avaliarem a influência de adubos orgânicos (esterco bovino) na cultura da moringa em vasos, constataram que a um nível de 432 g/vaso, obteve-se melhor desenvolvimento da parte aérea e comprimento radicular e, conseqüentemente, aumento de produção da matéria seca. No entanto, Nouman et al. (2023) destacam que a resposta da moringa à adubação pode variar em função das condições edafoclimáticas locais, da idade das plantas e do sistema de manejo adotado.

Quando a adubação com nitrogênio não resulta em aumento na produção de matéria verde e matéria seca da planta, diversos fatores podem estar envolvidos. Conforme explicado por Marschner (2012), a deficiência de outros nutrientes, o desequilíbrio na relação entre macro e micronutrientes, e condições climáticas adversas são variáveis importantes que podem limitar a resposta das plantas à adubação nitrogenada.

Em relação à produção de matéria verde (MV) não foram detectadas diferenças entre os tratamentos nas diferentes alturas de corte ($P > 0,05$). Os valores obtidos variaram de 43,78 a 48,71 ton/ha na altura de 1,96 m, 39,46 a 55,33 ton/ha na altura de 3,00 m, e 39,46 a 71,18 ton/ha na altura de 3,40 m, demonstrando considerável variabilidade entre os tratamentos e alturas de corte.

Esta variabilidade na produção de matéria verde pode ser atribuída a diversos fatores ambientais e fisiológicos que influenciam o desenvolvimento da *Moringa oleífera*. De acordo com Nouman et al. (2023), a produção de biomassa verde em moringa é altamente responsiva às condições edafoclimáticas, apresentando flutuações significativas mesmo em plantas submetidas a manejos semelhantes. Os autores destacam que fatores como disponibilidade hídrica, temperatura e radiação solar exercem maior influência sobre a produção de matéria verde do que os tratamentos de adubação, especialmente em condições de campo.

Pesquisas conduzidas por Araújo et al. (2022) corroboram estes resultados, demonstrando que a resposta da moringa à adubação, em termos de produção de matéria verde,

não segue um padrão linear e pode variar significativamente em função das condições ambientais predominantes durante o período experimental. Em seu estudo, os autores observaram que plantas cultivadas em períodos com distribuição irregular de chuvas apresentaram menor resposta à adubação nitrogenada quando comparadas a plantas cultivadas em condições hídricas mais favoráveis.

Sanchez et al. (2021) também verificaram que a produção de matéria verde em *Moringa oleífera* apresenta alta variabilidade em função da altura de corte e das condições ambientais. Os autores observaram que, embora plantas manejadas com maior altura de corte tendam a produzir maior quantidade de biomassa verde, esta resposta pode ser significativamente alterada por períodos de estiagem, que afetam diretamente o conteúdo de água nos tecidos vegetais e, conseqüentemente, a produção de matéria verde.

As disparidades observadas entre os canteiros experimentais quanto ao número de plantas em algumas linhas dentro de cada canteiro, em algumas tinham 6 a 7 plantas conforme plantio, outras com 4 a 6 também foram observadas, podem explicar a ausência de diferenças significativas entre os tratamentos.

Adicionalmente, Moyo et al. (2020) destacam que a moringa possui mecanismos adaptativos que lhe conferem notável resiliência a condições de estresse hídrico, permitindo que mantenha níveis relativamente estáveis de produção de biomassa mesmo em condições subótimas. Segundo os autores, esta característica pode resultar em respostas variáveis à adubação, especialmente em condições de campo onde outros fatores limitantes podem mascarar os efeitos dos tratamentos nutricionais.

A ausência de diferenças entre os tratamentos de adubação na produção de matéria verde sugere que, nas condições experimentais avaliadas, outros fatores exerceram maior influência sobre este parâmetro do que o tipo de adubação utilizada. Conforme explicado por Ferreira et al. (2024), em espécies arbóreas como a moringa, a resposta à adubação em termos de produção de biomassa verde pode ser menos evidente no curto prazo, manifestando-se de forma mais pronunciada após ciclos sucessivos de cultivo, quando os nutrientes são efetivamente incorporados ao sistema solo-planta.

Em relação à porcentagem de folhas nas diferentes alturas (Tabela 3), a diminuição era esperada devido ao porte da planta. Quanto maior seu tamanho, mais reforçada precisa ser a estrutura para evitar o acamamento. Assim, a proporção de caule tende a ser maior do que a de folhas (Meza et al. 2014).

Tabela 3 – Média das porcentagens de folhas, matéria seca (MS %) e produção por hectare em toneladas de matéria verde e matéria seca (MV e MS) de Moringa submetidas a diferentes adubos e altura de corte.

| Tratamentos | | Altura de Corte | | |
|----------------------------------|----------------------|-----------------|-----------|-----------|
| | | 1,96 m | 3,00 m | 3,40 m |
| Porcentage m de folhas (%) | Controle | 30,2±0,7 | 15,3±1,6 | 12,4±1,0 |
| | Pó de Chifre e casco | 26,0±0,8 | 15,9±1,8 | 10,9±1,0 |
| | Ureia | 24,7±1,4 | 13,2±1,3 | 11,7±1,1 |
| MS (%) | Controle | 25,7±1,5 | 25,8±0,9 | 25,2±0,6 |
| | Pó de Chifre e casco | 27,2±1,2 | 26,6±1,0 | 25,1±1,1 |
| | Ureia | 25,9±1,9 | 25,7±0,8 | 25,4±0,3 |
| MV (ton/ha) | Controle | 11,4±1,5a | 7,1±1,0b | 7,5±2,3ab |
| | Pó de Chifre e casco | 12,6±2,1 | 8,2±3,0 | 7,4±0,2 |
| | Ureia | 12,6±2,7a | 6,8±1,5b | 5,6±2,0b |
| MS (ton/ha) | Controle | 2,9±0,6 | 1,8±0,3 | 1,9±0,6 |
| | Pó de Chifre e casco | 3,5±0,7a | 2,2±0,8ab | 1,9±0,1b |
| | Ureia | 3,2±0,5a | 1,7±0,4b | 1,4±0,5b |

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre tratamentos dentro de cada altura de corte ($P < 0,05$); médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre Altura de corte dentro de cada tratamento ($P < 0,05$).

Já a MS da folha dentre os tratamentos realizados não obteve diferença, sendo observados valores variando de 25,1% a 27,2%, estando muito próximos (Tabela 3). Contudo, em relação à produção de matéria seca por hectare das folhas, houve diferença estatística nas alturas quando comparados aos tratamentos PCC (3,5%; 2,2%; 1,9%) e U (3,2%; 1,7%; 1,4%), acompanhando os dados apresentados para porcentagens, porém com diferença estatística ($P < 0,05$).

Em nenhum momento foi observado diferença entre os tratamentos quando avaliados os parâmetros referentes às folhas e, portanto, com base nos dados obtidos pode-se inferir que o corte com 3,00m e 3,40m apresentaram produção de matéria seca e matéria verde de folhas próximas, porém ambos inferiores a produção do corte com 1,96m.

Com relação a porcentagem de caule (Tabela 3), foi possível observar aumento nos tratamentos de PCC (74,0%) e U (75,3%) em relação ao C (69,8%) na altura de 1,96m, sendo está a única diferença entre os tratamentos observada. Ao contrário do que foi observado com as folhas, houve um aumento da porcentagem de caule paralelo ao crescimento da moringa, chegando até quase 90% da planta na altura de 3,40m, o que está diretamente ligado com o fenômeno que já foi mencionado por Meza et al. (2014), o qual descreve que quanto maior a planta menor o percentual de folhas em relação ao caule. Vale destaca que Teixeira et al. (2010)

relatam que a relação folha/caule de uma planta influencia no consumo pelos animais, os quais preferem forragens com mais folha que caule.

Tabela 4 – Média das porcentagens de caule, matéria seca (MS) e produção por hectare em toneladas de matéria verde (MV) e MS de caule de Moringa submetidas a diferentes adubos e altura de corte.

| Tratamentos | | Altura de Corte | | |
|--------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | 1,96 m | 3,00 m | 3,40 m |
| Porcentagem de caule (%) | Controle | 69,8±0,7 ^{Bc} | 84,7±1,6 ^b | 87,6±1,0 ^a |
| | Pó de Chifre e casco | 74,0±0,8 ^{Ac} | 84,1±1,8 ^b | 89,1±1,0 ^a |
| | Ureia | 75,3±1,4 ^{Ab} | 86,8±1,3 ^a | 88,3±1,1 ^a |
| MS (%) | Controle | 25,1±2,3 | 23,4±0,8 | 24,3±0,9 |
| | Pó de Chifre e casco | 24,2±2,4 | 24,5±0,9 | 23,9±0,9 |
| | Ureia | 24,5±2,3 | 23,9±2,1 | 23,8±1,1 |
| MV (ton/ha) | Controle | 26,5±4,3 | 39,9±8,9 | 54,5±21,7 |
| | Pó de Chifre e casco | 36,0±6,4 ^b | 42,3±10,8 ^{ab} | 61,2±8,5 ^a |
| | Ureia | 38,2±5,5 | 44,3±7,0 | 41,3±11,0 |
| MS (ton/ha) | Controle | 6,7±1,7 | 9,30±2,0 | 13,1±4,7 |
| | Pó de Chifre e casco | 8,8±2,5 ^b | 10,3±2,4 ^{ab} | 14,6±1,5 ^a |
| | Ureia | 9,3±1,0 | 10,7±2,7 | 9,80±2,6 |

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre tratamentos dentro de cada altura de corte ($P < 0,05$); médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre Altura de corte dentro de cada tratamento ($P < 0,05$).

Já a produção de MV (ton/ha) e MS (ton/ha) do caule, pode-se observar um aumento com o decorrer do crescimento da planta, havendo diferença ($P < 0,05$) apenas na altura dentro do tratamento PCC quando comparado o primeiro e último corte (MV = 1,96m: 36,0 (ton/há) vs 3,40m: 61,2 (ton/ha) e MS = 1,96m: 8,8 (ton/há) vs 3,40m: 14,6 (ton/ha). Adebayo et al. (2017) realizaram uma pesquisa sobre os efeitos da adubação orgânica (esterco bovino, de aves e organomineral) e química (NPK 15:15:15) na moringa, onde constataram que a adubação proporciona efeito significativo sobre o crescimento da Moringa em relação ao controle.

Em relação aos parâmetros da composição bromatológica da planta inteira (Tabela 5), os resultados do experimento indicaram que, embora não tenham sido observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos e as alturas de corte, foram identificadas propensões relevantes nos parâmetros analisados, como matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinzas, fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT).

Tabela 5 – Teores Médios de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Cinzas, Matéria Orgânica (MO), Fibra Detergente Neutra (FDN) e Nitrogênio Digestível Total (NDT), sendo utilizado a planta inteira sob o efeito de diferentes tratamentos e alturas de corte.

| | | Altura de Corte | | |
|-------------|----------------------|-----------------|---------|---------|
| Tratamentos | | 1,96 m | 3,00 m | 3,40 m |
| MS (%) | Controle | 16,4 a | 17,0 a | 18,6 a |
| | Pó de Chifre e casco | 17,3 a | 15,4 a | 21,8 a |
| | Ureia | 16,8 a | 17,4 a | 21,4 a |
| PB (%) | Controle | 20,8 a | 13,0 a | 9,6 a |
| | Pó de Chifre e casco | 19,5 a | 13,0 a | 11,22 a |
| | Ureia | 22,5 a | 11,2 a | 9,6 a |
| Cinzas (%) | Controle | 8,6 a | 6,6 a | 5,4 a |
| | Pó de Chifre e casco | 8,6 a | 6,1 a | 5,6 a |
| | Ureia | 9,6 a | 5,7 a | 5,3 a |
| FDN(%) | Controle | 51,2 a | 56,3 a | 65,0 a |
| | Pó de Chifre e casco | 51,6 a | 52,37 a | 63,5 a |
| | Ureia | 49,6 a | 63,4 a | 58,3 a |
| NDT (%) | Controle | 60,0 a | 57,4 a | 53,0 a |
| | Pó de Chifre e casco | 59,8 a | 59,4 a | 56,4 a |
| | Ureia | 60,8 a | 53,8 a | 53,7 a |

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre tratamentos dentro de cada altura de corte ($P < 0,05$); Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre Altura de corte dentro de cada tratamento ($P < 0,05$). * Resultados com base na matéria seca.

O teor de matéria seca (MS) apresentou uma elevação com o aumento da altura de corte em todos os tratamentos, com destaque para o uso de ureia, que proporcionou os maiores valores. Esse comportamento pode estar associado à maior proporção de estruturas maduras nas porções superiores da planta, corroborando os achados de Furlan et al. (2025), que observaram que cortes mais altos favorecem o acúmulo de matéria seca devido ao maior desenvolvimento estrutural.

Quanto à proteína bruta (PB), observou-se redução com o aumento da altura de corte em todos os tratamentos. No controle, por exemplo, a PB caiu de 20,8 % (1,96 m) para 9,6 % (3,40 m), padrão semelhante ao observado com ureia (22,5 % para 9,6 %) e pó de chifre e casco (19,5 % para 11,2 %). Essa redução está de acordo com Méndez et al. (2018), que demonstraram que a PB declina com a idade devido à diminuição do conteúdo de proteína solúvel e aumento de tecidos menos nutritivos. Rodríguez et al. (2014) reforçam que esse efeito é fisiológico e ocorre independentemente do sistema de cultivo.

Os teores de cinzas também diminuíram com o aumento da altura, passando de 8,6 % para 5,4 % no controle, indicando menor concentração de minerais nos tecidos mais fibrosos. Esse comportamento foi descrito por Pedriza et al. (2013), que associaram a redução no teor de cinzas ao avanço da maturidade e à redistribuição de minerais para partes reprodutivas da planta.

Em relação à FDN, houve aumento com o aumento da altura, como observado no controle (de 51,2 % para 65,0 %) e no tratamento com pó de chifre e casco (de 51,6 % para 63,5 %). Esse aumento é típico de tecidos lignificados e menos digestíveis, como confirmado por Ferreira et al. (2020), que identificaram elevação dos teores de FDN em rebrotas mais velhas de Moringa, refletindo menor digestibilidade. Além disso, a maior FDN compromete a ingestão voluntária e o aproveitamento nutricional da forragem (Van Soest, 1994).

O valor de NDT reduziu progressivamente com o aumento da altura de corte, como no controle (de 60,0 % para 53,0 %). Essa queda é reflexo direto do aumento da fração fibrosa e da diminuição dos componentes solúveis da planta. Segundo Santos et al. (2021), a digestibilidade da matéria seca tende a ser inversamente proporcional ao conteúdo de FDN, justificando a redução do NDT em cortes mais altos.

4 CONCLUSÃO.

O estudo demonstrou que a Moringa oleífera apresentou alta adaptabilidade nutricional, com ausência de diferenças significativas entre os tratamentos com adubação (ureia, pó de chifre e casco, e controle) na maioria dos parâmetros analisados. Por outro lado, a altura de corte influenciou fortemente o desempenho da planta.

Cortes mais baixos (1,96 m) resultaram em maior proporção de folhas, maior produção de matéria seca e verde das folhas, maior teor de proteína bruta e melhor digestibilidade (NDT). Já cortes mais altos (3,00 m e 3,40 m) promoveram o aumento da proporção de caule, dos teores de matéria seca e fibra (FDN), reduzindo a qualidade nutricional da forragem.

A única diferença estatística entre tratamentos foi observada na porcentagem de caule na altura de 1,96 m, sendo maior nos adubados. Na produção de matéria do caule, houve crescimento proporcional à altura, com destaque para o pó de chifre e casco.

Dessa forma, conclui-se que a altura de corte foi o principal fator de impacto sobre o desempenho agrônomico e bromatológico da moringa, sendo os cortes mais baixos mais indicados para fins forrageiros devido à melhor qualidade nutricional.

5 REFERÊNCIAS

- ADEBAYO, A. G.; et al Assessment of organic amendments on vegetative development and nutrient uptake *Moringa oleifera* Lam in the nursery. *Asian Journal of Plant Sciences*, v. 10. p. 74-79, 2011.
- ADEBAYO, A.G.; et al.; Soil chemical properties and growth response of *Moringa oleifera* to diferente sources and rates of organic and NPK fertilizers. *Int J Recycl Org Waste Agricult*, v6: 281-287, 2017.
- ALDANA, J.p. ; et al.; Rendimiento de forraje de *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* y *Moringa oleifera* asociada y em monocultivo en un banco de forraje. *Revista Florestal Venezolana*, v.54, n.2, p.339–347, 2010.
- ARAÚJO, S. A.; SANTOS, M. M.; COSTA, L. C. B. Produção de biomassa e características morfofisiológicas de *Moringa oleifera* sob diferentes regimes hídricos e nutricionais. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 24, n. 2, p. 345-352, 2022.
- BOLSEN, K. K. Understanding and evaluating silage quality. Manhattan: Kansas State University, Department of Agronomy, 1996.
- CATUNDA, K. L. M., et al.; *Moringa oleifera*: an alternative forage of multiple uses for the Brazilian semiarid. *Científica. Jaboticabal*. v. 45, n. 4, p. 437-442, 2017.
- DEMIROĞLU TOPÇU, G.; ÖZKAN, Ş. S.; BASMACIOĞLU MALAYOĞLU, H. Effect of plant density on yield and forage quality of *Moringa oleifera* under Mediterranean conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, v. 29, n. 2, p. 140–148, 2024.
- FERREIRA, D. J.; SANTOS, S. A.; LIMA, A. A. Composição químico-bromatológica da moringa em diferentes idades de corte. *Archivos de Zootecnia*, v. 69, n. 266, p. 269–275, 2020.
- FERREIRA, p. D. S.; et al., Resposta da *Moringa oleifera* a diferentes fontes e doses de adubação em ciclos sucessivos de cultivo. *Revista Ciência Agronômica*, v. 55, n. 1, 2024.
- FOIDL, n. ; MAKKAR, H. p. S.; BECKER, K. Potencial da *Moringa oleifera* para uso agrícola e industrial. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGIA, 5., 2019, Brasília. Anais... Brasília: Embrapa, 2019. p. 45-53.
- FURLAN, L. B. Produção e composição bromatológica do sorgo AGRI 001E em três idades e alturas de corte para silagem. 2025. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Botucatu, Botucatu, jun. 2025.
- LEAL, D. B.; Correlações entre as características produtivas e nutricionais do capim-BRS-capiaçucapim-BRS-capiaçu manejado na região semiárida. *Brazilian Journal Of Development*. v. 6, n. 4, p. 18951-18960, 2020.

- LISITA, F. O., et al. Cultivo e processamento da moringa na alimentação de bovinos e aves. Embrapa Pantanal. 2018.
- MARSCHNER, H.; Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd Edition Academic Press. 2012.
- MÉNDEZ, Y. et al. Bromatological characterization of *Moringa oleifera* foliage in different development stages. Cuban Journal of Agricultural Science, v. 52, n. 3, p. 337–346, 2018.
- MENDIETA, A.B.; et al.; Silage quality when *Moringa oleifera* is ensiled in mixtures with Elephant grass, sugar cane and molasses. Grass and Forrage Science, v.64, p.364-373, 2009.
- MENDONÇA, A. v. ; SANTOS, M. R.; COSTA, L. C. B. Teor de matéria seca e composição bromatológica da *Moringa oleifera* em diferentes idades de corte. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 24, n. 3, p. 456-463, 2022.
- MEZA, et al. Fodder banks of *Moringa oleifera* under tropical humid forest conditions. Agroforestería Neotropical, Casanare, Colômbia, 2014.
- MOTIS, T. n. ; READER, S. M. *Moringa oleifera* leaf production with NPK fertilizer and composted yard waste. Acta Horticulturae, v. 1253, p. 405–412, 2019.
- MOYO, B.; MASIKA, p. J.; MUCHENJE, v. Effect of supplementing crossbred Xhosa lop-eared goats with *Moringa oleifera* on growth performance and physiological parameters. Tropical Animal Health and Production, v. 52, n. 3, p. 1235-1248, 2020.
- NOUMAN, W.; et al; otential of *Moringa oleifera* L. as livestock fodder crop: a review. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, v. 47, n. 1, p. 1-15, 2023.
- OLIVEIRA, F. T. et al. Produtividade de *Moringa oleifera* Lam. sob diferentes espaçamentos e adubações. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 16, n. 1, 2021.
- PADILLA, C. et al. Effect of cutting height on indicators of forage production of *Moringa oleifera* cv. Plain. Cuban Journal of Agricultural Science, v. 51, n. 2, p. 235-243, 2017.
- PADILLA, C.R.; Valenciaga, n. ; Crespo, G.; González, D. Requerimientos Agronómicos de *Moringa oleifera* (Lam.) em sistemas ganaderos. V Congreso Producción Animal Tropical. Mayabeque, Cuba. 2015.
- PAULESKI, D. T. Influência do espaçamento sobre o crescimento e a qualidade da madeira de *Pinus taeda* L. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria. 2010.
- PEDRIZA, O.;et al. Composição química e digestibilidade da forragem de moringa em diferentes estádios de desenvolvimento. Pastos y Forrajes. v. 36, n. 4, p. 358–365, 2013.
- PÉREZ, R. et al. Composición química de hojas de *Moringa oleifera*: influência de la edad y condiciones de cultivo. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, v. 11, n. 3, p. 29–36, 2010.

- RESENDE, A. v. et al. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 54, n. 11, 2019.
- REYES, n. *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: Potential Fodder Species for Ruminants in Nicaragua. Tesis doctoral, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Department of Animal Nutrition and Management. Uppsala. 2006.
- RODRÍGUEZ, R. M. et al. Effect of age and plant part on the chemical composition and digestibility of *Moringa oleifera*. *Cuban Journal of Agricultural Science*, v. 48, n. 2, p. 123–130, 2014.
- SÁNCHEZ, n. F.; LEDIN, S.; LEDIN, I. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry Systems*, v. 94, n. 5, 2020.
- SANCHEZ, n. R.; et al. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry Systems*, v. 95, n. 5, p. 799–811, 2021.
- SANTOS, A. C.; et al. Digestibilidade de forragens tropicais e impacto da FDN. *Boletim da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 48, p. 112–119, 2021.
- SARWAR, M.; et al. Comparative effects on compost and NPK fertilizer on vegetative growth, protein, and carbohydrate of *Moringa oleifera* Lam hybrid PKM-1. *Journal of Plant Nutrition*. v.41. p.1587-1596, 2018.
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Manual de Campo do Inventário Florestal Nacional: variáveis biométricas e metodologia de coleta de dados. In: *Inventário Florestal Nacional – Metodologia*. Brasília, DF: SFB, 2014.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- SILVA, E. n. et al. Valor nutritivo de folhas de moringa. *Revista Caatinga*, v. 26, n. 1, p. 69–75, 2013.
- SILVA, G. v. ; Souto, J. S.; Santos, J. B. Cultivo de moringa: importância nutricional, uso e aplicações. *Meio Ambiente*. v.1, n.3. p. 023-032, 2019.
- SILVA, G.F.; et al.; Estudo do tratamento e clarificação de água com torta de sementes de *Moringa oleifera* Lam. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. v.13. p. 295-299, 2011.
- SOBRAL, A. J. S; MUNIZ, E. n. ; SILVA, C. M. Caracterização da *Moringa oleifera* Lam e sua utilização na alimentação animal. *Ciência Animal*. São Cristóvão, v.30, n.2, p.68-79, 2020.

SOSA, A.A.; et al. Efecto de la distância de siembra em variables morfoagronómicas de moringa (*Moringa oleifera*). *Agronomía Mesoamericana*. v. 28, n. 1, p .207-211, 2017.

SOUSA, T. A.; et al. Efeito da adubação orgânica no crescimento e desenvolvimento inicial da cultura da moringa. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. CONTECC, 2015.

TAIZ, L.; et al.; *Fisiologia vegetal*. 6. ed. Porto Alegre. Artmed. 2017.

TEIXEIRA, v. I. et al. Aspectos agronômicos e bromatológicos de leguminosas forrageiras no Nordeste brasileiro. *Archivos de zootecnia*. v. 59. p. 245-254. 2010.

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

VIEIRA, A. p. ; et al. Influence of Cutting Height on Biomass Yield and Regrowth of *Moringa oleifera* Lam. *Biomass and Bioenergy*, v. 183. 2023.

CAPITULO II - MORINGA OLEIFERA COMO ESTRATÉGIA NUTRICIONAL EM SILAGENS DE CAPIM-ELEFANTE, MILHO E CANA-DE-AÇÚCAR.

1 INTRODUÇÃO.

A produção de forragem na região Norte Pioneiro do Paraná é afetada pela estacionalidade climática, o que dificulta o fornecimento contínuo de volumosos de qualidade. Nesse cenário, o capim-elefante BRS Capiaçú, desenvolvido pela Embrapa, destaca-se como alternativa promissora pela alta produtividade e valor nutritivo, especialmente quando utilizado na forma de silagem (Moção et al., 2019). No entanto, à medida que a planta amadurece, há aumento nos teores de FDN e lignina, reduzindo a digestibilidade da forragem (Van Soest, 1994).

A inclusão de forrageiras alternativas na alimentação de ruminantes é uma estratégia eficaz para melhorar a qualidade da fibra e acelerar a taxa de passagem da digesta. A Moringa oleifera, por exemplo, apresenta crescimento rápido, elevado teor de proteína e boa adaptação edafoclimática (Nouman et al. (2023). Sua disponibilidade ao longo do ano, inclusive em períodos de estiagem, favorece seu uso na suplementação animal. Além disso, pode ser utilizada in natura ou na forma de silagem e feno, garantindo conservação e valor nutricional (Oliveira et al., 2017).

Estudos como o de Mendieta-Araica et al. (2009) demonstram que a inclusão de moringa à silagem de capim-elefante melhora o perfil fermentativo, aumentando a produção de ácido láctico, reduzindo o pH e elevando o teor de proteína bruta. Assim, leguminosas como a moringa podem aprimorar a silagem de gramíneas.

A cana-de-açúcar também tem sido usada como alternativa volumosa na entressafra pela alta produção de matéria seca e carboidratos, boa aceitação e redução de custos na suplementação (Pereira 2020). Contudo, seu baixo teor de proteína bruta — cerca de 2,43% (Cruz et al., 2014), bem abaixo dos 7,0% necessários — limita seu uso exclusivo na dieta de ruminantes.

Já silagem de milho é amplamente empregada como base volumosa em dietas de ruminantes por apresentar alta produção de matéria seca, equilíbrio entre carboidratos não fibrosos e amido fermentável e perfil fermentativo que favorece a conservação da forragem. Segundo Silva et al. (2023), “a substituição parcial do milho por leguminosas tropicais não comprometeu o perfil fermentativo da silagem de milho.

Diante disso, a moringa se apresenta como uma excelente opção para suprir essa deficiência proteica em sistemas alimentares, assim, este estudo teve como objetivo avaliar os

efeitos de diferentes níveis de inclusão de moringa nas silagens de cana-de-açúcar, capiaçu e milho, com base nos parâmetros de qualidade fermentativa e composição bromatológica, visando determinar sua viabilidade como estratégia nutricional durante a entressafra.

2 MATERIAIS E METODOS.

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Campus Luiz Meneghel (UENP/CLM), com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão da Moringa oleífera durante na ensilagem de três diferentes volumosos (capim-elefante BRS Capiaçu, milho e cana-de-açúcar). O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com cinco níveis de inclusão de moringa (0; 25; 50; 75 e 100%). Os tratamentos foram compostos por quatro repetições para silagens com capiaçu, milho, e cana-de-açúcar, totalizando 20 silos experimentais de cada mistura (5 tratamentos x 4 repetições).

A cana-de-açúcar e capim-elefante foram obtidos de produtores locais, o milho e a moringa foram cultivados na própria instituição, sendo que o corte da moringa foi realizado quando as plantas atingiram aproximadamente 2,0 metros de altura.

Após o corte, os materiais foram triturados em tamanho homogêneo e misturados nas proporções pré-estabelecidas (Figura 3). As misturas foram dispostas sobre lona plástica para homogeneização e, posteriormente, acondicionadas em silos experimentais de PVC (10 cm de diâmetro × 50 cm de comprimento) (Figura 4). O fechamento dos silos foi realizado com tampas de madeira adaptadas com orifícios para drenagem de efluentes, a perda de efluentes foi determinada pela diferença entre o peso inicial e final dos silos, na extremidade oposta, com lona plástica vedada com fita adesiva tipo silver tape®. Os silos foram armazenados em local coberto por um período de 30 a 40 dias, dependendo do tratamento. Durante a montagem dos silos, foram determinados a massa de forragem ensilada e o grau de compactação feita de forma manual.

Figura 3- Trituração e Homogeneização das amostras.



Fonte: Acervo do projeto.

Figura 4- Ensilagem das amostras.



Fonte: Acervo do projeto.

Ao final do período de armazenamento, os silos foram abertos para análise dos parâmetros fermentativos, sendo eles: pH e as perdas de efluentes. Em seguida, todo o conteúdo dos silos foi retirado, e subamostras em duplicatas foram submetidas à pré-secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C por 72 horas. Após secagem, foram moídos em peneira de 1 mm para análises laboratoriais bromatológicas, matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), e fibra em detergente neutro (FDN), conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A matéria orgânica (MO) foi estimada pela fórmula: $MO (\%) = 100 - \%MM$. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados conforme a equação proposta por Bolsen (1996): $NDT (\%) = 87,84 - (0,70 \times FDN)$.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$). Foram aplicadas análises de regressão linear com o objetivo de examinar a associação entre as variáveis avaliadas e sua influência nos resultados obtidos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.

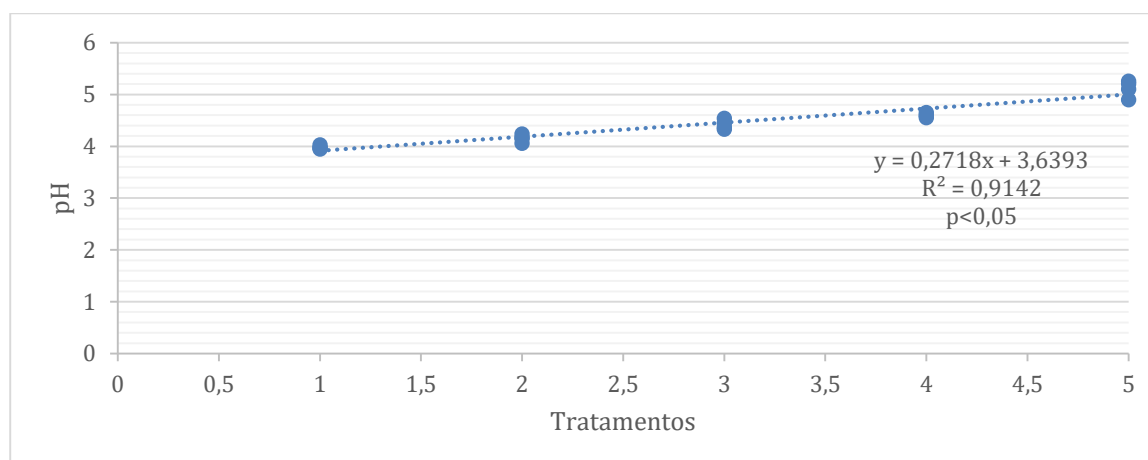
Os resultados das variáveis pH, compactação e efluentes, foram diferentes entre os tratamentos (Tabela 1). Os dados referentes ao pH aumentaram conforme a porcentagem de Capiáçu diminuiu, sendo mais altos no tratamento com 100% de Moringa, com valores de 3,98 (100% Capiáçu) e 5,12 (100% Moringa), apresentando diferença estatística significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos. A adição de Moringa resultou em um aumento linear dos parâmetros observados (Figura 1).

Tabela 1 – Médias de pH, compactação e perdas de efluentes de silagens de capiaçu com diferentes níveis de inclusão de Moringa.

| Tratamento | pH | Compactação (kg/m ³) | Perdas de efluentes (%) |
|--------------|---------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 100% Capiáçu | 3,98 ± 0,03 c | 630,90 ± 45,82 c | 3,15 ± 1,76 c |
| 75% Capiáçu | 4,16 ± 0,07 c | 566,55 ± 70,26 c | 1,62 ± 0,67 c |
| 50% Capiáçu | 4,42 ± 0,09 b | 681,88 ± 93,15 bc | 3,31 ± 1,90 c |
| 25% Capiáçu | 4,60 ± 0,04 b | 802,55 ± 45,87 ab | 7,98 ± 0,82 b |
| 100% Moringa | 5,12 ± 0,16 a | 860,83 ± 42,14 a | 11,16 ± 1,24 a |
| CV (%) | 9,26 | 17,57 | 70,82 |

Médias na coluna, seguidas por letras diferentes, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Figura – 1 Regressão linear significativa para os valores de pH, Capiáçu e Moringa.



Tratamentos com 0%, 25%, 50%, 75%, 100% das silagens de moringa+capiáçu.

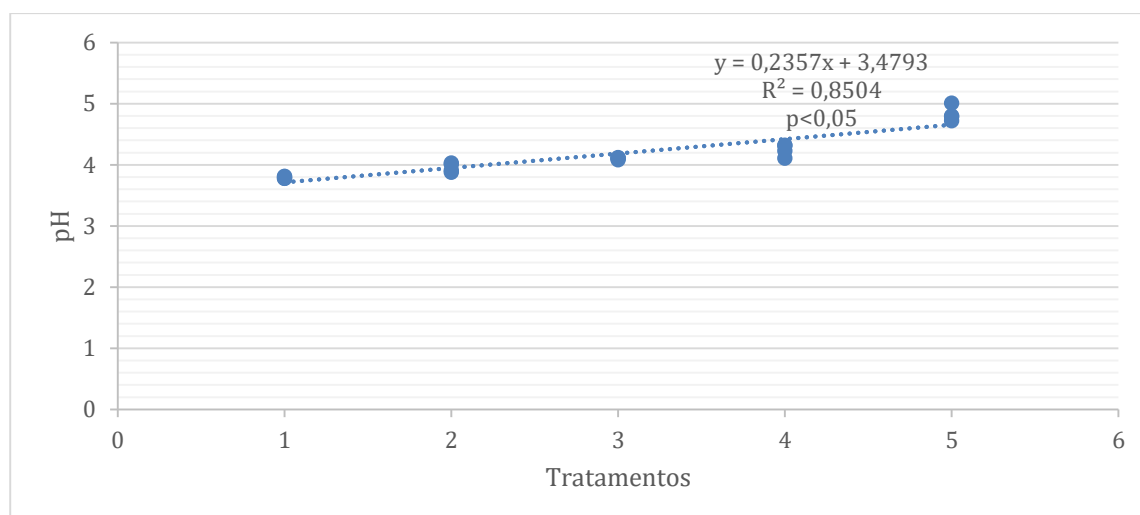
O mesmo ocorreu para o pH da silagem de milho com adição de Moringa, variando de 3,80 no tratamento com 100% de milho para 4,83 no tratamento com 100% de Moringa (Tabela 2). A adição de Moringa resultou em um aumento linear (Figura 2).

Tabela 2 - Médias de pH, compactação e perdas de efluentes de silagens de milho com diferentes níveis de inclusão de Moringa.

| Tratamento | pH | Compactação (kg/m ³) | Perdas de efluentes (%) |
|--------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 100% Milho | 3,80 ± 0,02 _d | 634,08 ± 43,67 _c | 3,00 ± 2,17 _c |
| 75% Milho | 3,96 ± 0,07 _{cd} | 650,64 ± 14,24 _c | 1,91 ± 0,38 _c |
| 50% Milho | 4,11 ± 0,02 _{bc} | 734,39 ± 14,91 _{bc} | 2,77 ± 0,40 _c |
| 25% Milho | 4,25 ± 0,10 _b | 839,17 ± 44,55 _{ab} | 7,00 ± 0,97 _b |
| 100% Moringa | 5,83 ± 0,13 _a | 903,50 ± 7,31 _a | 13,96 ± 1,00 _a |
| CV (%) | 8,86 | 14,73 | 82,15 |

Médias na coluna, seguidas por letras diferentes, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

Figura – 2 Regressão linear significativa para os valores de pH, Milho e Moringa.



Tratamentos com 0%, 25%, 50%, 75%, 100% das silagens de moringa+milho.

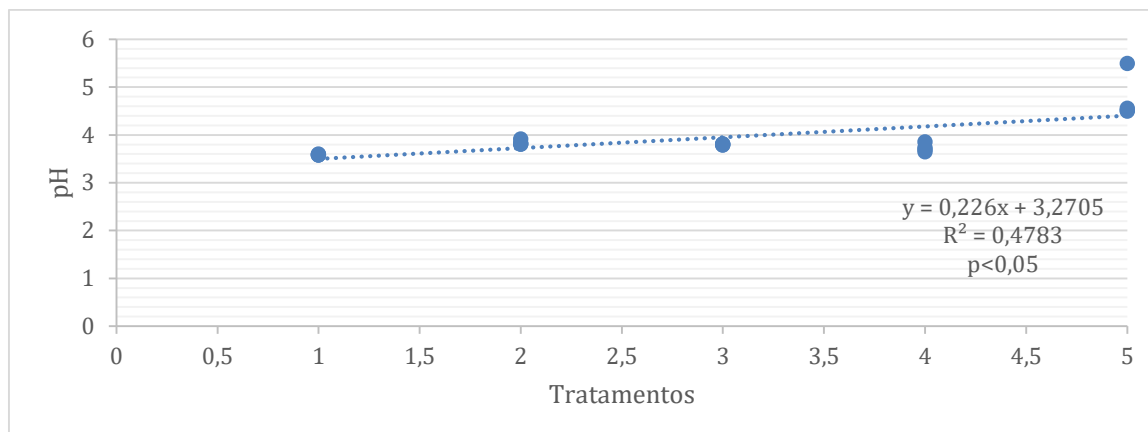
Já para os resultados da cana-de-açúcar e moringa, mostram que o tratamento de 100% Moringa obteve um pH significativamente mais alto (4,8) do que o tratamento com 100% de cana-de-açúcar (Tabela 3) o que fica claro na regressão linear (figura 3).

Tabela – 3 Médias de pH, compactação e perdas de efluentes de silagens de cana-de-açúcar com diferentes níveis de inclusão de Moringa.

| Tratamento | pH | Compactação (kg/m ³) | Perdas de efluentes (%) |
|--------------|-------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 100% Cana | 3,6 ± 0,01 _b | 876,4 ± 9,5 _a | 17,8 ± 0,5 _a |
| 75% Cana | 3,8 ± 0,1 _b | 902,2 ± 17,5 _a | 13,0 ± 1,6 _{bc} |
| 50% Cana | 3,8 ± 0,01 _b | 912,7 ± 28,7 _a | 13,8 ± 1,4 _{bc} |
| 25% Cana | 3,7 ± 0,1 _b | 897,5 ± 47,1 _a | 16,4 ± 2,4 _{ab} |
| 100% Moringa | 4,8 ± 0,5 _a | 861,8 ± 14,3 _a | 12,6 ± 1,6 _c |

| CV (%) | 12,0 | 3,4 | 17,2 |
|--|------|-----|------|
| Médias na coluna, seguidas por letras diferentes, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey. | | | |

Figura-3 Regressão linear significativa para os valores de efluente cana-de-açúcar moringa.



Tratamentos com 0%,25%,50%,75%,100% das silagens de moringa+cana-de-açúcar.

O aumento do pH observado nas três misturas de silagens pode ser atribuído à maior capacidade tampão das moringáceas em comparação às gramíneas. Quanto maior a proporção de moringa na silagem, maior será a exigência de ácidos orgânicos durante o processo fermentativo para promover a redução do pH (Jahanzad et al., 2016). No entanto, no momento da abertura dos silos, não foram identificadas perdas expressivas de material ensilado, indicando boa estabilidade fermentativa.

Em relação a compactação, os valores seguiram a mesma tendência, elevando-se à medida que a proporção de Capiacu foi reduzida nas misturas. O tratamento com 100% de Moringa ($860,83 \pm 42,14 \text{ kg/m}^3$) apresentou a maior compactação, sendo estatisticamente superior ao tratamento com 100% de Capiacu e 75% de Capiacu ($630,90 \pm 45,82 \text{ kg/m}^3$ e $566,55 \pm 70,26 \text{ kg/m}^3$, respectivamente) (Tabela 1). Da mesma forma, a compactação aumentou à medida que a proporção de milho foi diminuída. O tratamento com 100% de Moringa alcançou a maior compactação ($903,50 \text{ kg/m}^3$), enquanto o tratamento com 100% de milho obteve a menor ($634,08 \text{ kg/m}^3$), respectivamente (Tabela 2).

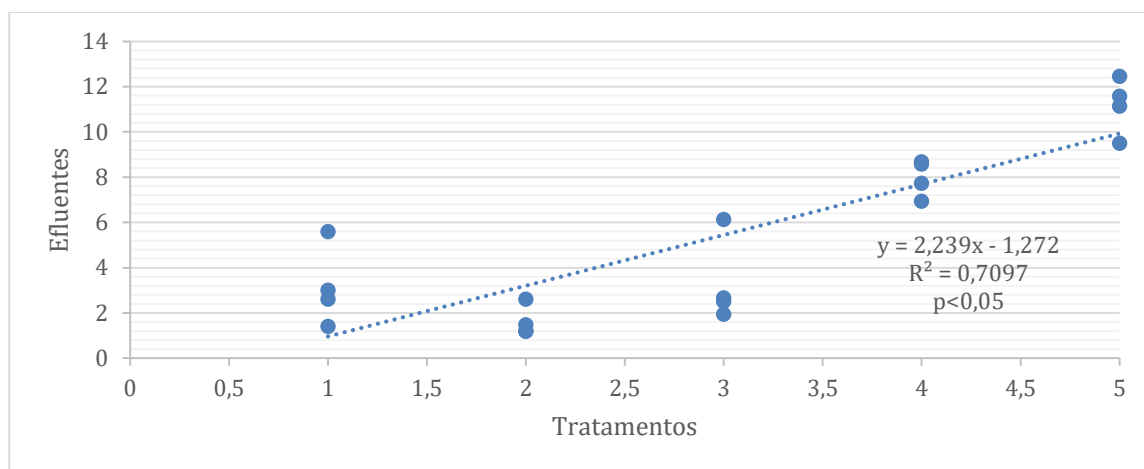
Já para a silagem de cana-de-açúcar, verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos descritos na (Tabela 3); todos os valores ficaram no intervalo de $861,8 \text{ kg/m}^3$ a $912,7 \text{ kg/m}^3$. Esse resultado está associado aos teores de matéria seca (MS) da moringa e cana-de-açúcar.

Conforme apontado por Borreani et al. (2018), concentrações muito abaixo de 350 g de MS/kg podem comprometer a qualidade das silagens e aumentar as perdas por efluentes, uma situação frequentemente observada em silagens à base de leguminosas e gramíneas tropicais. A

moringa não pertence à família das leguminosas, mas possui teores elevados de proteína bruta, semelhantes aos das leguminosas. Por isso, neste contexto, ela será tratada como se fosse uma leguminosa, apenas para facilitar a explicação (uso didático), mesmo sabendo que botanicamente não é.

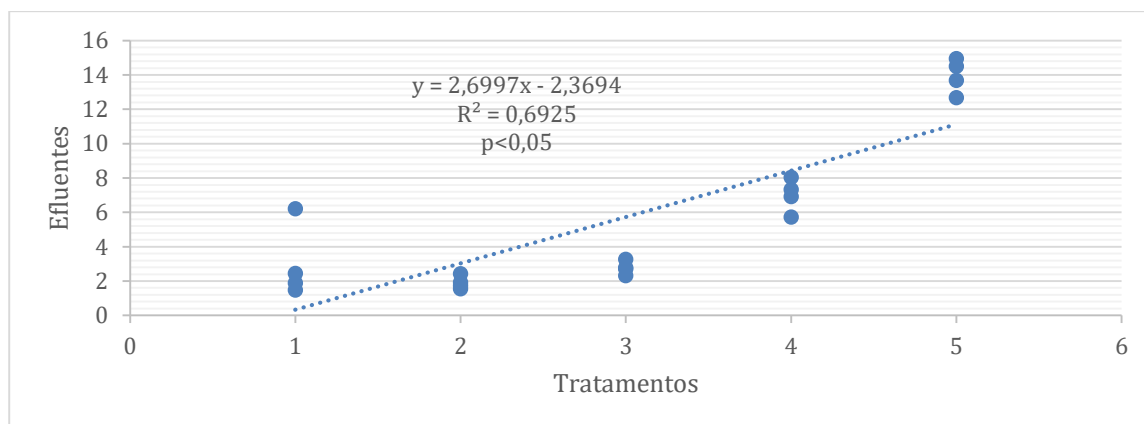
Além disso, a perda de efluentes carrega uma fração considerável dos nutrientes solúveis, conforme destacado por Orrico Júnior et al. (2020), observadas nas regressões lineares (figura 4) e (figura 5).

Figura-4 Regressão linear significativa para os valores de efluentes (ml) capiaçu e moringa.



Tratamentos com 0%,25%,50%,75%,100% das silagens de moringa+capiaçu.

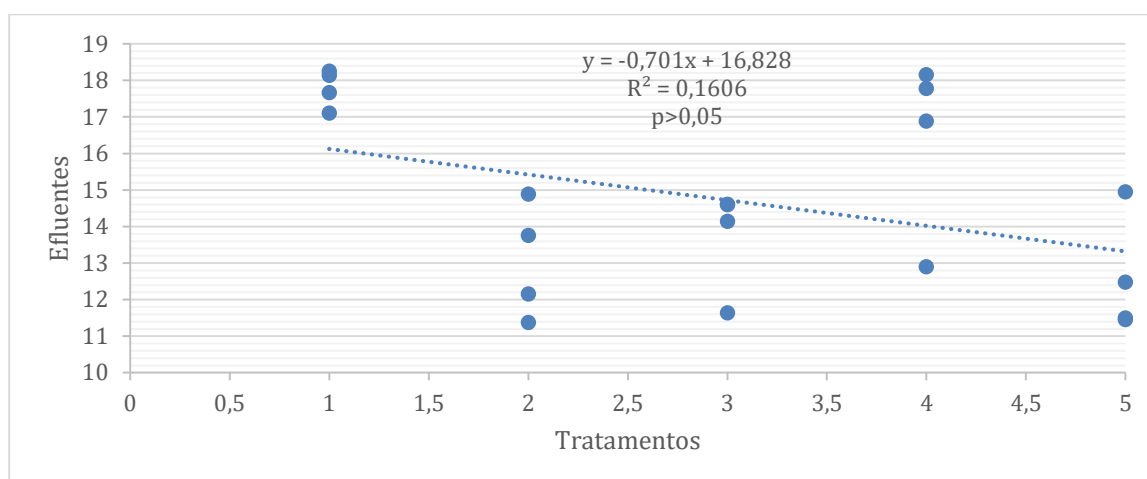
Figura-5 Regressão linear significativa para os valores de efluentes (ml) milho e moringa.



Tratamentos com 0%,25%,50%,75%,100% das silagens de moringa+milho.

Já para a silagem de cana-de-açúcar, os valores foram inversos: a cana apresentou maior produção de efluentes (17,8%) do que a moringa (12,6%) (Tabela 3), respectivamente. Esse resultado é corroborado por Schmidt et al. (2007), que indicam que as forragens com baixos teores de MS, como a cana-de-açúcar, apresentam elevadas perdas de efluentes, o que acarreta a perda de açúcares e compostos nitrogenados solúveis, evidente na regressão linear (figura 6).

Figura-6 Regressão linear significativa para os valores de efluente cana-de-açúcar moringa.



Conforme os dados apresentados na Tabela 4, a composição bromatológica foi influenciada pela inclusão crescente de Moringa na silagem de Capiaçú e Moringa.

Tabela – 4 Teores médios de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Cinzas, Matéria Orgânica (MO), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Nutrientes Digestíveis Totais para silagem de capiaçu e moringa.

| Tratamento | MS | PB | Cinzas | MO | FDN | NDT |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 100% Capiaçú | 32,8 ±0,9 a | 4,4 ±0,3 e | 8,1 ±0,5 a | 91,9 ±0,5 a | 79,5 ±2,2 a | 45,7 ±1,1 c |
| 75% Capiaçú | 31,1 ±1,4 a | 5,9 ±0,3 d | 8,4 ±0,6 a | 91,6 ±0,6 a | 76,0 ±3,1 ab | 47,4 ±1,6 bc |
| 50% Capiaçú | 25,4 ±1,4 b | 9,8 ±0,7 c | 10,3 ±2,2 a | 89,7 ±2,2 a | 73,3 ±3,5 b | 48,8 ±1,8 b |
| 25% Capiaçú | 23,3 ±0,9 b | 11,4 ±0,8 b | 8,4 ±2,4 a | 91,5 ±2,4 a | 64,0 ±1,6 c | 53,6 ±0,8 a |
| 100% Moringa | 20,2 ±0,6 c | 13,6 ±1,0 a | 7,9 ±0,2 a | 92,0 ±0,2 a | 59,5 ±1,1 c | 55,8 ±0,6 a |
| CV (%) | 18,56 | 39,52 | 18,27 | 1,73 | 11,36 | 8,12 |

Médias na coluna, seguidas por letras diferentes, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Refletindo-se na redução dos teores de MS e de FDN, observou-se que, à medida que a proporção de Capiaçú foi diminuída, ambos os parâmetros apresentaram queda progressiva. A silagem composta por 100% de Capiaçú registrou os maiores valores de MS e FDN, com 32,81% e 79,50%, respectivamente. Em contrapartida, os tratamentos com inclusão de Moringa a partir de 50% apresentaram reduções significativas nesses teores, sendo registrados valores de 25,4%, 23,3% e 20,2% para MS, e 73,3%, 64,0% e 59,5% para FDN, respectivamente, nos níveis de 50%, 75% e 100% de Moringa.

Já para as análises bromatológicas da silagem de milho, também foi observada influência da inclusão crescente de Moringa na silagem (Tabela 5).

Tabela –5 Teores médios de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Cinzas, Matéria Orgânica (MO), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Nutrientes Digestíveis Totais para silagem de milho e moringa.

| Tratamento | MS | PB | Cinzas | MO | FDN | NDT |
|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| 100% Milho | 40,7 ± 0,49 a | 9,2 ± 0,24 e | 8,1 ± 0,49 a | 91,9 ± 0,49 c | 59,7 ± 0,57 a | 55,8 ± 0,29 a |
| 75% Milho | 35,8 ± 1,11 b | 10,0 ± 0,39 d | 5,7 ± 0,23 c | 94,3 ± 0,23 ab | 59,9 ± 3,88 a | 56,6 ± 2,70 a |
| 50% Milho | 30,1 ± 1,00 c | 11,5 ± 0,18 c | 5,4 ± 1,00 c | 94,6 ± 1,00 a | 58,8 ± 4,03 a | 56,6 ± 2,87 a |
| 25% Milho | 23,6 ± 0,69 d | 13,1 ± 0,36 b | 6,8 ± 0,40 bc | 93,2 ± 0,40 b | 58,0 ± 1,85 a | 57,9 ± 1,63 a |
| 100% Moringa | 20,6 ± 0,66 a | 16,1 ± 0,50 a | 8,0 ± 0,46 a | 92,0 ± 0,46 c | 60,6 ± 1,92 a | 57,1 ± 1,44 a |
| CV | 25,55 | 21,31 | 18,67 | 1,36 | 4,44 | 3,40 |

Médias na coluna, seguidas por letras diferentes, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os resultados obtidos para a composição bromatológica evidenciam uma redução nos teores de MS à medida que a proporção de milho na mistura foi diminuída. O tratamento composto por 100% de milho apresentou o maior teor de MS (40,7%), enquanto a silagem com 100% de Moringa registrou o menor valor (20,6%), respectivamente. Esse comportamento confirma o caráter succulento da moringa, refletindo seu baixo conteúdo de matéria seca, o que justifica, em parte, as maiores perdas por efluentes observadas nos tratamentos com maiores níveis de inclusão dessa forrageira.

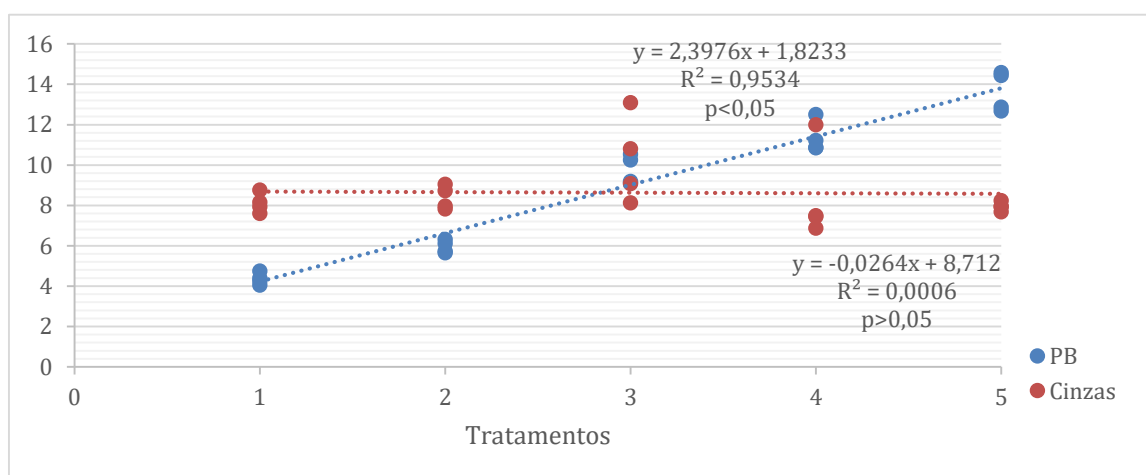
Quanto ao teor de fibra em detergente neutro (FDN), não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, com variações entre 58,0% e 60,6%. Essa estabilidade é relevante do ponto de vista nutricional, pois teores moderados de FDN favorecem a ingestão de matéria seca pelos animais, reduzindo o efeito de enchimento ruminal. Consequentemente, essa condição pode promover maior taxa de passagem da digesta, incentivando o consumo voluntário.

Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que as misturas em silagens proporcionaram menor concentração de frações fibrosas e maiores coeficientes de digestibilidade (Lai et al.2023). De acordo com Van Soest (1994), gramíneas tropicais do tipo C4 apresentam anatomia foliar do tipo "Kranz", caracterizada por espessas paredes celulares, que elevam o teor de fibra e reduzem a degradabilidade microbiana no rúmen. Em contraste, as

leguminosas C3 apresentam estruturas anatômicas mais delgadas, favorecendo a digestibilidade. Resultados semelhantes foram reportados por Neres et al. (2012), que observaram menor teor de fibra e maior digestibilidade em fenos consorciados, em relação ao feno composto exclusivamente por gramínea.

Em relação ao teor de proteína bruta (PB), foi observada uma tendência crescente conforme os níveis de inclusão de Moringa aumentaram na silagem. A partir de 25% de substituição do Capiaçú pela Moringa, já foram verificadas diferenças significativas, com valores variando de 4,4% na silagem composta exclusivamente por Capiaçú a 13,6% na silagem com 100% de Moringa (Tabela 4), evidenciado na regressão linear (figura 5).

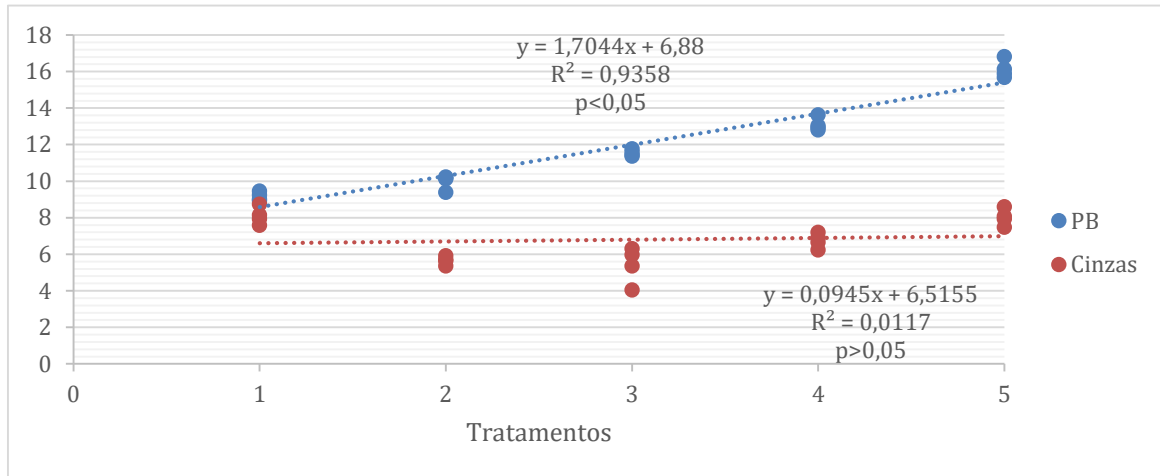
Figura – 5 Regressão Linear da Proteína Bruta (PB) da silagem de Capiaçú com diferentes níveis de inclusão de Moringa.



Tratamentos com 0%,25%,50%,75%,100% das silagens de moringa+capiaçú.

Já para a silagem de milho com a adição de Moringa, observou-se um aumento linear no teor de proteína bruta (PB) (Figura 6), sendo o maior teor de PB registrado no tratamento com 100% de Moringa (16,1%) e o menor no tratamento com 100% de milho (9,2%) (Tabela 5). Esse resultado destaca o potencial da Moringa como forrageira, considerando que houve um aumento de 6,9 pontos percentuais em comparação aos dois tratamentos com a concentração total das duas plantas.

Figura – 6 Regressão Linear da Proteína Bruta (PB) da silagem de Milho com diferentes níveis de inclusão de Moringa.

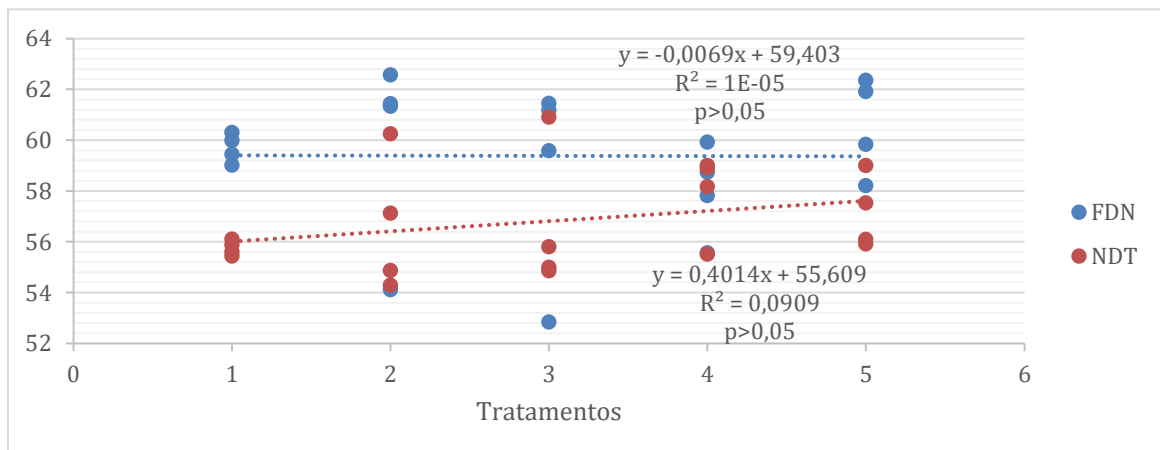


Tratamento com 0%,25%,50%,75%,100% das silagens de moringa+milho.

Segundo Vieira et al. (2018), a moringa se destaca como uma forrageira de elevado valor nutricional, notadamente pelo alto teor de proteínas e minerais em sua composição. Além disso, sua utilização pode ocorrer tanto na forma fresca quanto desidratada, bem como em processos de conservação, como a ensilagem ou fenação (Oliveira et al., 2017).

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) também aumentaram proporcionalmente com a inclusão de Moringa, atingindo o valor máximo de 55,8% na silagem composta unicamente pela leguminosa, em contraste com 45,7% observados na silagem com 100% de capiaçu. Já o FDN apresentou uma queda com a inclusão da Moringa, com 79,5% no tratamento de 100% de milho e 59,5% no tratamento com 100% de Moringa (Tabela 4), sendo possível observar a regressão linear na Figura 7.

Figura-7 regressão linear FDN e NDT silagem de Milho com Moringa.



Tratamento com 0%,25%,50%,75%,100% das silagens de moringa+milho.

Os resultados de FDN e NDT para a silagem de milho com moringa não apresentaram significância estatística (Tabela 5). Esse resultado pode ser explicado pelo trabalho de Mendieta-Araica et al. (2009), que observou que os teores de fibra em detergente neutro (FDN) na silagem reduziram-se progressivamente à medida que se elevou a proporção de Moringa na composição da forragem.

Em relação aos teores de cinzas e matéria orgânica (MO) para a silagem de capiaçu e moringa, observou-se uma variação entre 7,9% e 10,3% para as cinzas, e entre 89,7% e 92,0% para a MO, respectivamente (Tabela 4). Já para a silagem de milho e moringa, os teores de cinzas foram de 8,1% e 8,0%, e os de MO foram de 91,9% e 92,0%, respectivamente, para 100% de milho e 100% de moringa (Tabela 5). No entanto, essas variáveis não apresentaram um padrão definido de comportamento em função dos tratamentos avaliados.

Os resultados da análise bromatológica da cana-de-açúcar com moringa apresentaram resultados diferentes (Tabela 6).

Tabela – 6 Teores médios de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Cinzas, Matéria Orgânica (MO), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Nutrientes Digestíveis Totais para silagem de cana de açúcar e moringa.

| Tratamento | MS | PB | Cinzas | MO | FDN | NDT |
|--------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 100% Cana | 28,8 ± 1,8 _a | 5,4 ± 0,4 _e | 4,7 ± 0,1 _c | 95,3 ± 0,1 _a | 67,8 ± 1,8 _a | 51,6 ± 0,9 _c |
| 75% Cana | 27,4 ± 3,4 _a | 6,8 ± 0,1 _b | 6,1 ± 0,1 _b | 93,9 ± 0,1 _b | 57,9 ± 0,7 _{bc} | 56,7 ± 0,4 _{ab} |
| 50% Cana | 26,5 ± 2,0 _a | 9,3 ± 0,3 _c | 5,6 ± 0,2 _b | 94,4 ± 0,2 _b | 59,4 ± 3,0 _{bc} | 55,9 ± 1,5 _{ab} |
| 25% Cana | 26,2 ± 1,0 _a | 12,6 ± 0,5 _d | 4,9 ± 0,3 _c | 95,1 ± 0,3 _a | 62,9 ± 2,8 _{ab} | 54,1 ± 1,5 _{bc} |
| 100% Moringa | 25,9 ± 0,7 _a | 15,1 ± 0,3 _a | 8,3 ± 0,4 _a | 91,7 ± 0,4 _c | 57,0 ± 3,5 _c | 57,1 ± 1,8 _a |
| CV | 7,7 | 37,6 | 22,9 | 1,4 | 7,6 | 4,3 |

Médias na coluna, seguidas por letras diferentes, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

Os valores de matéria seca (MS) obtidos não apresentaram variações estatisticamente significativas entre os tratamentos avaliados.

Quanto aos teores de proteína bruta (PB), o tratamento com 100% de Moringa apresentou o maior valor, alcançando 15,1%, enquanto o menor valor foi registrado no tratamento com 100% de cana-de-açúcar (5,4%). Esses resultados corroboram com os dados da literatura, que indicam teores de PB próximos a 15,7% para a Moringa oleifera (Pérez et al.,

2010). Os demais tratamentos apresentaram variações intermediárias, com valores situados entre 6,8% e 12,6%.

As análises indicam que a Moringa apresenta diversas vantagens em relação à cana-de-açúcar, destacando-se principalmente pelo elevado teor de proteína bruta (PB). Esse benefício é mais evidente nos tratamentos com maior proporção de Moringa (50% e 100%), proporcionando um maior aporte proteico na dieta dos animais, o que pode refletir positivamente no desempenho zootécnico, como o ganho de peso e a produtividade. A quantidade de proteína presente nas folhas e caules destaca a moringa, especialmente na associação com outra gramínea (Campos, 2021).

Em relação ao teor de cinzas, observou-se que o tratamento com 100% de Moringa apresentou o maior valor (8,3%), diferindo estatisticamente dos demais. Já os tratamentos com 100% de cana-de-açúcar e com 25% de inclusão de Moringa mostraram-se semelhantes entre si, apresentando os menores teores (4,7% e 4,9%, respectivamente). Como consequência direta, os teores de matéria orgânica (MO) apresentaram comportamento inverso, variando de 91,7% a 95,3%, em conformidade com o conteúdo de cinzas. No entanto, essas variáveis não apresentaram um padrão definido de comportamento em função dos tratamentos avaliados.

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) variaram entre 57,0% e 67,8%, sendo observadas diferenças significativas entre os tratamentos com 100% de Moringa e 100% de cana-de-açúcar. O menor FDN na Moringa indica maior digestibilidade, devido à estrutura celular menos rígida, favorecendo a absorção de nutrientes no rúmen. Estudos de Silva (2020) reforçam essa relação, evidenciando que perdas de umidade e efluentes durante o ensilamento contribuem para a uniformização do teor de matéria seca. Essa condição também foi refletida nos nutrientes digestíveis totais (NDT), com a Moringa registrando o maior valor (57,1%) e a cana-de-açúcar, o menor (51,6%), destacando o potencial nutricional superior da moringa na formulação de silagens.

4 CONCLUSÃO.

Neste capítulo, ficou evidente que a inclusão gradual de Moringa oleifera nas silagens de capim-elefante, milho e cana-de-açúcar promoveu ganhos expressivos no perfil nutricional, sobretudo no teor de proteína bruta e nos nutrientes digestíveis totais, sem comprometer a estabilidade fermentativa.

A elevação progressiva do pH e da compactação, assim como o aumento das perdas por efluentes, refletem a maior suculência da moringa em comparação às gramíneas

tradicionais. No entanto, mesmo com esses ajustes, as fermentações se mantiveram dentro de faixas aceitáveis, indicando boa adaptação do processo à nova matriz forrageira.

Do ponto de vista bromatológico, destaca-se:

Na silagem de capim-elefante, a PB subiu de 4,4 para 13,6 % e o FDN caiu de 79,5 para 59,5 %.

Na silagem de milho, a PB aumentou de 9,2 para 16,1 %, mantendo o FDN estável e elevando o TDN a 57,1 %.

Na silagem de cana-de-açúcar, a PB passou de 5,4 para 15,1 %, com redução do FDN e acréscimo no TDN.

Esses resultados comprovam que substituir entre 25 % e 75 % da massa verde tradicional por moringa representa uma estratégia viável para elevar o valor proteico das silagens, reduzir frações fibrosas e aumentar a digestibilidade, aspectos críticos na entressafra.

5 REFERÊNCIAS

- ATTIA, M.F. et al. Effect of mineral, organic and bio-fertilization on productivity of moringa plant under saline conditions in North Sinai. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 4(4): 825-832, 2014.
- BOLSEN, K. K. Understanding and evaluating silage quality. Manhattan: Kansas State University, Department of Agronomy, 1996.
- BORREANI, G.; et al.; Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *J. Dairy Sci.* v. 101. p. 3952–3979. 2018.
- CAMPOS, F. p. ; Moringa: alternativa para alimentação de ruminantes na seca. Canal Rural. 2021.
- CHRISTOPHE, H.L. et al. Effect of organic fertilizers rate on plant survival and mineral properties of *Moringa oleifera* under greenhouse conditions. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, v.8. p. 123-130, 2019.
- CRUZ, J. J. ET AL. Análise bromatológica da cana-de-açúcar para alimentação animal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2014.
- DE OLIVEIRA, I.L.; et al.; Nutritive value of corn silage from intensive dairy farms in Brazil. *Rev. Bras. Zootec.* v. 46. p.494–501. 2017.
- DRIEHUIS, F.; VAN WIKSELAAR, p. G.; The occurrence and prevention of ethanol fermentation in high-dry-matter grass silage. *J. Sci. Food Agric.* v. 80, p.711–718. 2000.

- FACTORI, M. A.; et al.; Produtividade de massa de forragem e proteína bruta do capim mombaça irrigado em função da adubação nitrogenada. *Colloquium Agrariae*. v. 13, n. 3, p. 49–57, 2018.
- FARIA, E. Dicionário Escolar Latino Português. Revisão de Ruth Junqueira de Faria. 6. Ed., Rio de Janeiro: FAE, 1991. 592p.
- FONTANELI, R. S.; Silagem de milho, sorgo e milheto: diminua a estacionalidade produtiva. Embrapa Trigo. 2007.
- GUALBERTO A.F., et al.; Características, propriedades e potencialidades da moringa (*Moringa oleífera* lam.): Aspectos agroecológicos. *Revista Verde*. v. 9 2014.
- IQBAL, M.A.; et al.; Competitive indices in cereal and legume mixtures in a south Asian environment. *Agron. J.* v. 111, p.242–249. 2019.
- IZAGUIRRE, M. I.; MARTINEZ, J. p. Producción y calidad de forraje en pastizales naturales y sembrados en la región de North Sinai, Egipto. 2008.
- JAHANZAD, E.; et al.; Silage fermentation profile, chemical composition and economic evaluation of millet and soya bean grown in monocultures and as intercrops. *Grass Forage Sci.* v. 71, p.584–594. 2016.
- JOBIM, C.C.; et al.; Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Methodological advances in evaluation. Rev. Bras. Zootec.* v. 36, p.101–119. 2007.
- KHAN, n. A.; et al.; Nutritive value of maize silage in relation to dairy cow performance and milk quality. *J. Sci. Food Agric.* v. 95, p. 238–252. 2015.
- KIILL L.H.p. , et al.; Moringa oleifera: Registro dos visitantes florais e potencial apícola para a região de Petrolina, embraba. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. 2012.
- Lai X.; et al. Exploring the differences between sole silages of gramineous forages and mixed silages with forage legumes. *Frontiers in Microbiology*. 2023.
- MONÇÃO, F. p. ; et al.; Yield and nutritional value of BRS-capiacu grass at different regrowth ages. *Semina Ciências Agrárias*, v.41, p.745-755, 2019.
- MORAES, F. M. C., SANTOS, A. p. M. Evaluation of Fermentative Losses and Dry Matter Recovery from Different Total Feed Silages. *Diversitas Journal, Santana do Ipanema – Al.* v. 6, n. 4, p. 4152-4158, 2021.
- MORTON, J. The Horseradish Tree, *Moringa pterygosperma* (Moringaceae): A Boon to Arid Lands. *Economic Botany*, v.45, p.318-333. 1991.
- MOURA, A. S. et al. Estudo da eficiência de métodos de obtenção de concentrados protéicos a partir de moringa (*Moringa oleifera* Lamarck). II Encontro Nacional de Moringa – ENAM 2010.

- MOYO, B.; et al.; Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology*. v. 10, n. 60, p. 12925-12933, 2011.
- NERES, M.A.; et al.; Características produtivas, estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Piatã e do feijão-guandu cv. 74 Super N, em cultivo singular ou em associação. *Ciência Rural*.v. 42, p.862–869. 2012.
- NOUMAN, W.; et al; otential of *Moringa oleifera* L. as livestock fodder crop: a review. *TURKISH JOURNAL OF AGRICULTURE AND FORESTRY*, v. 47, n. 1, p. 1-15, 2023.
- OLIVEIRA, M.v. M.; et al. *Moringa oleifera* na alimentação de bezerros lactentes da raça Pantaneira. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.18, n.1, p.152-160, 2017.
- ORRICO JUNIOR, M.A.p. ; et al.; Nutritive value and fermentation characteristics of silages produced from different sweet sorghum plant components with or without microbial inoculation. *Appl. Anim. Sci.* v. 36. p. 777– 783. 2020.
- PADAYACHEE B.; AIJNATH H.; Uma revisão abrangente e atualizada das propriedades medicinais, fitoquímicas e farmacológicas de *Moringa oleifera*. *Advances in agronomy*. p. 126;203. 2013.
- PAHLOW, G.; et al.; *Silage science and technology*. Madison: American Society of Agronomy. p. 31–93. 2003.
- PEREIRA, E. S.; et al. Uso da cana-de-açúcar como volumoso na entressafra para bovinos de corte: produção de matéria seca, perfil de carboidratos não fibrosos e análise de custos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 49, 2020.
- PÉREZ, R. et al. Composición química de hojas de *Moringa oleifera*: influência de la edad y condiciones de cultivo. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, v. 11, n. 3, p. 29–36, 2010.
- RIZZO, p. v. *Moringa oleifera* para alimentação animal, Embrapa gado de leite. 2019.
- SCHMIDT, p. ; et al. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem cana-de-açúcar Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade comportamento ingestivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, p.1666-1675, 2007.
- SILVA, M. S. Composição química e proteica da *Moringa oleifera* sob adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Forragicultura*, 2020.
- SILVA. L. M. C.; et al. Perfil fermentativo e valor nutritivo da silagens de milho, leguminosas e mistas. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 44, n. 5, p. 1909–1926, 2023.
- SUCU, E.; Effects of ensiling density on nutritive value of maize and sorghum silages. *Rev. Bras. Zootec.* v. 45, p.596–603. 2016.
- TESFAYE. E.; et al. *Moringa olifera* leaf meal as an alternative protein feed ingredient in broiler ration. *International Journal of Poultry Science*.v. 12. p. 289-297, 2014.

TRANI, p. E.; et al.; Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas. Instituto Agronômico de Campinas. p. 7. 2013.

VAN SOEST, p. ; Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press, New York. 2 nd. Ed. 1994.

VIEIRA; A.M.S.; Potencial Nutricional e Aplicações da Moringa na Alimentação Humana e Animal. In: Potencialidades da Moringa oleifera Lam. Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2018.