

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
MINAS GERAIS – *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA  
BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Lucas Aguiar da Silva

**ADUBAÇÃO NPK NA PRODUTIVIDADE DE FOLHAS DE *Moringa oleifera* EM  
TRÊS ANOS DE CULTIVO EM SÃO JOÃO EVANGELISTA - MG**

São João Evangelista

2025

LUCAS AGUIAR DA SILVA

**ADUBAÇÃO NPK NA PRODUTIVIDADE DE FOLHAS DE *Moringa oleifera* EM  
TRÊS ANOS DE CULTIVO EM SÃO JOÃO EVANGELISTA - MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso Bacharelado em Engenharia Florestal do  
Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus*  
São João Evangelista para a obtenção do grau  
de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Ivan da Costa Ilhéu Fontan

São João Evangelista

2025

## REDE DE BIBLIOTECAS

### FICHA CATALOGRÁFICA PARA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

---

S586a Silva, Lucas Aguiar da.

Adubação NPK na produtividade de folhas de *Moringa oleífera* em três anos de cultivo em São João Evangelista - MG / Lucas Aguiar da Silva – 2025.

28f.: il.

Orientador: Me. Ivan da Costa Ilhéu Fontan.

Coorientador: Dr. Bruno Oliveira Lafetá.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista, 2025.

1. Biomassa. 2. Adubação. 3. Fertilização. I. Silva, Lucas Aguiar da. II. Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* SJE. III. Título.

CDD 631.8

---

Catalogação: Esther Soares Cunha - CRB-6/4333

Lucas Aguiar da Silva

**ADUBAÇÃO NPK NA PRODUTIVIDADE DE FOLHAS DE *Moringa oleifera* EM  
TRÊS ANOS DE CULTIVO EM SÃO JOÃO EVANGELISTA - MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso Bacharelado em Engenharia Florestal do  
Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus*  
São João Evangelista para a obtenção do grau  
de Bacharel em Engenharia Florestal.

Aprovado em: 05 / 02 / 2025 pela banca examinadora:



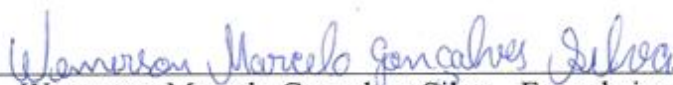
---

Prof. Me. Ivan da Costa Ilhéu Fontan - IFMG (Orientador)



---

Prof. Dr. Bruno Oliveira Lafetá – IFMG (Co-orientador)



---

Wemerson Marcelo Gonçalves Silva – Engenheiro Florestal

Dedico este trabalho as pessoas que foram fundamentais em minha trajetória, à minha Mãe Marta e meu pai Fernando, que sempre sonhou em ver o filho formado, sendo minha maior fonte de motivação e inspiração. À minha avó Helena, que me criou com amor e dedicação, como um verdadeiro filho, moldando quem sou hoje. Ao meu avô Joaquim, que compartilhou comigo sua sabedoria e ensinamentos, deixando um legado de valores que carrego com orgulho. E aos meus tios e irmãos, que sempre estiveram ao meu lado, apoiando minhas escolhas e acreditando em meu potencial. A vocês, minha eterna gratidão e este pequeno reflexo do sonho que realizamos juntos.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus, cuja luz e força me guiaram em cada passo desta jornada. Sua presença foi fundamental para que eu pudesse superar os desafios e acreditar em meu potencial.

Aos meus familiares, meu profundo agradecimento. Vocês foram meu alicerce, sempre me apoiando com amor e compreensão. Suas palavras de encorajamento e fé em mim foram essenciais para que eu chegasse até aqui. Este trabalho é, em grande parte, uma homenagem ao esforço e à dedicação que vocês sempre demonstraram.

Agradeço também ao meu orientador, Ivan da Costa Ilhéu Fontan, pela orientação e pelo conhecimento compartilhado, que foram cruciais para o desenvolvimento deste projeto.

Aos meus amigos e colegas de curso, obrigado pela ajuda e pelas valiosas trocas de ideias. Cada um de vocês contribuiu para tornar essa experiência ainda mais enriquecedora.

A todos que, de alguma forma, estiveram ao meu lado, meu sincero agradecimento. Este trabalho é o resultado de um esforço coletivo e de muitos ensinamentos.

*“E Jesus disse: ‘Um novo mandamento vos dou. Ame o seu próximo como eu vos amei’.”*  
*(João 13:34-38).*

## RESUMO

*Moringa oleifera* Lam., conhecida como “Árvore da Vida”, é uma espécie de grande interesse devido às suas diversas aplicações nutricionais, pois apresenta alto teor proteico e fornece vitaminas A, B e C, além de minerais essenciais (ferro, cálcio, fósforo, potássio e zinco). Qualidades medicinais, por suas folhas conter flavonoides que apresenta ação anti-inflamatória. Sua adaptabilidade a diferentes climas, resistência à seca e alta capacidade de rebrota tornam essa cultura promissora para exploração econômica em diversas regiões, incluindo o Brasil. Este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto da adubação com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) sobre a produtividade de folhas de *Moringa oleifera* ao longo de três anos de cultivo em um sistema semi-intensivo, na fazenda experimental do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), *Campus* São João Evangelista. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com esquema fatorial fracionado  $(4 \times 4 \times 4)^{1/2}$ , utilizando combinações de quatro doses de N, P e K. As mudas foram transplantadas com espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,6 m entre plantas, totalizando 16.666 plantas  $\text{há}^{-1}$ . Durante os três anos de cultivo, as colheitas foram realizadas a cada 60 dias, e a biomassa aérea (ramos e folhas) foi avaliada com base na produtividade de matéria fresca e seca, permitindo a análise do impacto das diferentes doses de fertilizantes ao longo do período avaliado. Os resultados do primeiro ano indicaram que o nitrogênio foi o único nutriente com efeito significativo na produtividade de biomassa, promovendo aumento expressivo na produção de matéria fresca e seca. As doses crescentes de N resultaram em respostas quadráticas, com máxima produtividade estimada de 10.360,3  $\text{kg ha}^{-1}$  de matéria fresca e 2.184,0  $\text{kg ha}^{-1}$  de matéria seca, alcançadas com doses de 88,7  $\text{kg ha}^{-1}$  e 85,8  $\text{kg ha}^{-1}$  de nitrogênio, respectivamente. Para a máxima eficiência econômica (90% da produtividade máxima), as doses de N foram reduzidas para 37,6  $\text{kg ha}^{-1}$  e 36,3  $\text{kg ha}^{-1}$ , evidenciando a possibilidade de otimização do uso de fertilizantes. Nos dois anos seguintes, os efeitos das doses de NPK sobre a biomassa aérea das plantas foram estatisticamente não significativos. Esse resultado sugere que, após o estabelecimento inicial, a *Moringa oleifera* Lam, mantém sua produtividade mesmo com baixos níveis de adubação NPK. A ausência de resposta pode ser atribuída à alta rusticidade e adaptabilidade da espécie, características que permitem seu desenvolvimento em solos com qualidade restrita de nutrientes e condições adversas. Conclui-se que, sob as condições edafoclimáticas avaliadas, a adubação NPK nas doses testadas não é determinante para o aumento da produtividade de *Moringa oleifera* em sistemas semi-intensivos.

**Palavras-chave:** Biomassa. Adubação. Fertilização.

## ABSTRACT

*Moringa oleifera* Lam., known as the “Tree of Life,” is a species of significant interest due to its various nutritional applications. It exhibits a high protein content and provides vitamins A, B, and C, in addition to essential minerals (iron, calcium, phosphorus, potassium, and zinc). The species also possesses medicinal qualities since its leaves contain flavonoids with anti-inflammatory properties. Its adaptability to different climates, drought resistance, and high regrowth capacity make it a promising crop for economic exploitation in various regions, including Brazil. This study aimed to evaluate the impact of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) fertilization on the leaf productivity of *Moringa oleifera* over three years of cultivation in a semi-intensive system at the experimental farm of the Federal Institute of Minas Gerais (IFMG), São João Evangelista Campus. The experiment was conducted using a randomized complete block design with a fractional factorial scheme  $(4 \times 4 \times 4)^{(1/2)}$ , employing combinations of four doses each of N, P, and K. Seedlings were transplanted at a spacing of 1.0 m between rows and 0.6 m between plants, totaling 16,666 plants per hectare. Over the three-year period, harvests were conducted every 60 days, and the aerial biomass (branches and leaves) was evaluated based on fresh and dry matter productivity, allowing analysis of the impact of different fertilizer doses over time. The first-year results indicated that nitrogen was the only nutrient with a significant effect on biomass productivity, markedly increasing both fresh and dry matter production. Increasing doses of N produced quadratic responses, with maximum productivity estimated at 10,360.3 kg ha<sup>-1</sup> of fresh matter and 2,184.0 kg ha<sup>-1</sup> of dry matter, achieved with doses of 88.7 kg ha<sup>-1</sup> and 85.8 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen, respectively. For maximum economic efficiency (90% of maximum productivity), the required N doses were reduced to 37.6 kg ha<sup>-1</sup> and 36.3 kg ha<sup>-1</sup>, demonstrating the potential for optimizing fertilizer use. In the following two years, the effects of NPK doses on the aerial biomass were statistically non-significant. This suggests that after the initial establishment, *Moringa oleifera* maintains its productivity even with low levels of NPK fertilization. The lack of response may be attributed to the species' high rusticity and adaptability, which allow it to develop in soils with limited nutrient availability and under adverse conditions. It is concluded that, under the evaluated edaphoclimatic conditions, the tested doses of NPK fertilization do not significantly enhance the productivity of *Moringa oleifera* in semi-intensive systems.

**Keywords:** Biomass. Fertilization. Nutrient Management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1:** Produtividade de matéria fresca acumulada no Ano 1 em resposta a doses crescentes de N, em área de cultivo de *Moringa oleifera* no IFMG, Campus São João Evangelista/MG..... 19
- Figura 2:** Produtividade de matéria seca acumulada no Ano 1 em resposta a doses crescentes de N, em área de cultivo de *Moringa oleifera* no IFMG, Campus São João Evangelista/MG.....20

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Caracterização química e textural inicial do solo na área experimental.....	14
<b>Tabela 2:</b> Distribuição dos tratamentos no delineamento em blocos casualizados com esquema fatorial fracionado $(4 \times 4 \times 4)^{1/2}$ e as doses de nutrientes aplicadas.....	16
<b>Tabela 3:</b> Efeito da adubação NPK na produtividade acumulada de matéria fresca e seca da parte aérea em plantas de <i>Moringa oleifera</i> após o 3º ano de cultivo no IFMG, <i>Campus</i> São João Evangelista/MG.....	18
<b>Tabela 4:</b> Produtividade máxima e produtividade e máxima eficiência econômica da matéria fresca e seca da parte aérea e doses de N para obtê-las no Ano 1 de cultivo de plantas de <i>Moringa oleifera</i> no IFMG, <i>Campus</i> São João Evangelista.....	20

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>23</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>24</b>

## 1 INTRODUÇÃO

*Moringa oleífera* Lam, ou simplesmente moringa, é uma espécie arbórea de médio porte, originária das regiões subtropicais e tropicais do norte da Índia, especificamente das encostas do Himalaia (GODINO *et al.*, 2013). Conhecida mundialmente por suas propriedades medicinais e nutricionais, essa espécie tem sido disseminada ao longo da história por diversas rotas comerciais. Os malaios a introduziram no sul da Ásia e nas ilhas do Pacífico, enquanto os egípcios foram responsáveis por sua expansão na África Central. No continente americano, a chegada da moringa ocorreu através das Filipinas, via navegação espanhola pelo oceano Pacífico (PALIWAL; SHARMA; PRACHETA, 2011; VELÁZQUEZ-ZAVALA *et al.*, 2016).

No cenário global, países como Índia, Filipinas, Nigéria e Sudão lideram a produção e comercialização da espécie, que vem ganhando popularidade nos mercados internacionais de superalimentos e suplementos nutricionais. No Brasil foi introduzida na década de 1950, inicialmente como uma planta ornamental e apícola (LORENZI; MATOS, 2002), no entanto outros usos potenciais (alimentação animal, produção de óleo, purificação de água, etc) têm impulsionado seu cultivo no País, especialmente em regiões semiáridas, onde sua resistência à seca se torna uma vantagem competitiva (PALIWAL; SHARMA; PRACHETA, 2011; VELÁZQUEZ-ZAVALA *et al.*, 2016).

A moringa é uma planta adaptada a climas tropicais e subtropicais, prosperando em temperaturas entre 25 e 35°C. Seu crescimento ocorre em diversas altitudes (desde o nível do mar até mais de 2.000 metros) e apresenta ainda ampla tolerância a diferentes tipos de solos, exceto aqueles com drenagem deficiente (DUBEY *et al.*, 2013; MUHL *et al.*, 2013; RAJA *et al.*, 2016; VELÁZQUEZ-ZAVALA *et al.*, 2016; CÂMARA; LEITE, 2018). Segundo Fontan (2022), a ampla variedade de usos associado a características como adaptabilidade a diferentes ambientes, notória tolerância à seca e grande capacidade de rebrota após cortes sucessivos, tornam a *Moringa oleífera* uma espécie com grande potencial de exploração econômica.

Numerosas pesquisas se encarregam de investigar os aspectos nutricionais e as propriedades medicinais da moringa (KAUR; SONTAKKE 2023, YADAV *et al.* 2023), porém, são incipientes ainda os estudos dedicados aos aspectos culturais como o manejo da fertilização em áreas de cultivo com esta espécie. De acordo com Fontan *et al.* (2024), conhecer a produtividade e os aspectos nutricionais das plantas de moringa em resposta a adubações com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) auxilia a melhorar as recomendações de fertilização e subsidiar a expansão das áreas de cultivo, garantindo bons níveis de produtividade

Com relação aos efeitos de adubações sobre o crescimento e produtividade de *M. oleifera* na literatura científica os resultados são variados e por vezes controversos. Sarwar, Patra e Jihui *et al.* (2018) estudaram o efeito da adubação com composto orgânico e NPK (21:17:17) no crescimento vegetativo e teor de proteína em plantas de *Moringa oleifera* estabelecidas em campo, na Universidade de Dongguk, Coréia do Sul. Os autores concluíram que o aporte nutricional promovido pelas adubações melhorou o desenvolvimento das plantas e que o maior crescimento em diâmetro do caule e altura total, além do maior teor de proteína nas folhas, foram obtidos com a utilização de 120 kg ha<sup>-1</sup> de NPK.

Em experimento realizado no Instituto Nacional de Pesquisa Horticultural em Ibadan, Nigéria, Adebayo *et al.* (2017) investigaram os efeitos de adubações orgânicas (esterco bovino, de aves e organomineral) e química (NPK 15:15:15) sobre o crescimento plantas de *Moringa oleifera* estabelecidas em condições de campo no espaçamento de 0,75 por 0,75 m. Estes autores observaram que as adubações proporcionaram efeito significativo sobre o crescimento das plantas e recomendaram o uso de 20 toneladas por hectare de esterco de aves para potencializar a produção sustentável de matéria seca de folhas.

A produção de folhas e sementes, bem como os teores nutricionais, de antioxidantes e fenóis nas folhas de *M. oleifera*, foram potencializados com o incremento nutricional promovido pela combinação de fertilizações orgânicas (biofertilizante a base de *Azotobacter*) e minerais (nitrato de amônio, superfosfato de cálcio e sulfato de potássio) em plantas estabelecidas no espaçamento de 2,5 x 2,5 m em solo arenoso, na Estação de Pesquisa Sheikh Zoweid, localizada em North Sinai, Egito (ATTIA *et al.*, 2014).

A combinação de compostos orgânicos (esterco bovino, caprino e de aves) e fertilizantes químicos (NPK 20:10:10) em mistura com solo na produção de substratos afetou o vigor e crescimento de mudas de moringa em viveiro (CHRISTOPHE *et al.*, 2019). Tais autores observaram que o aumento das doses de fertilizantes químicos e dos compostos orgânicos, proporcionalmente aos demais componentes do substrato, provocaram um efeito negativo sobre o crescimento das mudas, e por isso recomendaram a utilização de pequenas quantidades destes adubos na produção de mudas de moringa.

A partir dessas informações, torna-se evidente a necessidade de se ampliar os estudos sobre a nutrição da moringa, a fim de maximizar sua produtividade e viabilizar o uso eficiente de insumos agrícolas. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o impacto de diferentes doses de fertilizantes NPK na produtividade das folhas de *Moringa oleifera*, ao longo de três anos de cultivo, em uma área experimental localizada no IFMG, Campus São João Evangelista.

## 2 METODOLOGIA

A área experimental está localizada na fazenda do Instituto Federal de Minas Gerais (18°33'10''S; 42°45'12''W, 713 m), próxima ao Viveiro de Mudanças Florestais, no município de São João Evangelista, microrregião de Guanhanes, Vale do Rio Doce.

A vegetação nativa da região é composta por floresta estacional semidecidual, inserida no bioma Mata Atlântica. O clima é classificado como Cwa, segundo o sistema de Köppen, caracterizado por verões chuvosos e invernos secos. A temperatura média anual é de 21,2 °C, enquanto a precipitação média anual atinge 1.000 mm (Climate.data.org, 2024). O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), conforme o sistema brasileiro de classificação de solo (Santos *et al*, 2018), cuja caracterização química e textural encontra-se detalhada na Tabela 1.

**Tabela 1:** Caracterização química e textural inicial do solo na área experimental.

Atributo	Unidade	Valores	Classificação
pH água	-	5,09	Baixo
P	mg dm <sup>-3</sup>	5,11	Baixo
K	mg dm <sup>-3</sup>	144	Muito bom
Ca <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,25	Médio
Mg <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,10	Muito baixo
Al <sup>3+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,35	Baixo
H+Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	4,13	Médio
SB	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,72	Baixo
T	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	5,85	Médio
V	%	29,36	Baixo
m	%	16,92	Baixo
MO	dag kg <sup>-1</sup>	1,91	Baixo
Areia	dag kg <sup>-1</sup>	24,7	
Silte	dag kg <sup>-1</sup>	17,2	Argiloso
Argila	dag kg <sup>-1</sup>	58,1	

Fonte: FONTAN, 2022.

PHágua: Relação solo: água 1:2,5. P e K: extrator Mehlich-1. Ca, Mg e Al: extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>. T: Capacidade de troca de cátions a pH 7,0. m: Saturação de alumínio. V: Saturação por bases. MO: Matéria orgânica pelo método Walkey-Black. Areia, silte e argila: Método da pipeta.

O experimento utilizou um delineamento em blocos casualizados, com esquema fatorial fracionado  $(4 \times 4 \times 4)^{1/2}$  e quatro blocos, cada um com oito unidades experimentais (CONAGIN; NAGAI; IGUE, 1997). Os tratamentos, conforme a Tabela 2, consistiram em combinações de quatro doses de nitrogênio (ureia – 44% N), fósforo (superfosfato triplo – 41%  $P_2O_5$ ) e potássio (cloreto de potássio – 52%  $K_2O$ ).

O preparo da área experimental incluiu uma roçada mecanizada, seguida de capina manual para a remoção da vegetação espontânea indesejável. A correção da acidez do solo foi realizada por meio da aplicação de calcário dolomítico (PRNT 85%), incorporado até a profundidade de 0,20 m através de aração em área total, com o objetivo de elevar a saturação por bases a 50%.

Durante o período de reação do calcário no solo, procedeu-se à produção das mudas utilizadas no experimento. A produção foi realizada por meio da semeadura direta em tubetes plásticos com volume de 180 cm<sup>3</sup>, preenchidos com substrato Bioplant<sup>®</sup>. As sementes utilizadas foram provenientes de uma área de coleta localizada no município de Birigui, SP. Após um período de 90 dias da calagem, realizou-se a abertura manual das covas de plantio com dimensões de 30 x 30 x 30 cm.

As mudas, com idade aproximada de 80 dias, foram transplantadas em um espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,6 m entre plantas, totalizando 16.666 plantas por hectare. O sistema de cultivo foi estabelecido no modelo semi-intensivo, sem irrigação, com colheitas periódicas da parte aérea (ramos e folhas) realizadas a cada 60 dias após o plantio.

As doses de fósforo ( $P_2O_5$ ) foram aplicadas de forma integral na cova no momento do plantio, realizado em 14 de janeiro de 2021. Já as doses de nitrogênio (N) e potássio ( $K_2O$ ) foram fracionadas em duas aplicações, sendo a 1ª aos 15 dias após o plantio das mudas, e a 2ª aos 30 dias após a primeira. O  $K_2O$  foi aplicado de forma superficial, enquanto a ureia foi incorporada em "covetas" e coberta com uma fina camada de solo para minimizar perdas por volatilização. Simultaneamente à primeira aplicação de N e  $K_2O$ , realizou-se a adubação com micronutrientes, utilizando 4,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn (sulfato de zinco, 20% Zn) e 1,0 kg ha<sup>-1</sup> de B (ácido bórico, 17% B).

**Tabela 2:** Distribuição dos tratamentos no delineamento em blocos casualizados com esquema fatorial fracionado (4x4x4)1/2 e as doses de nutrientes aplicadas.

Número da parcela	Tratamento NPK	Doses de nutrientes		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
-----kg ha <sup>-1</sup> -----				
<b>Bloco I</b>				
1 .....	111	0	0	0
2 .....	122	0	45	20
3 .....	133	0	90	40
4 .....	144	0	180	80
5 .....	212	40	0	20
6 .....	221	40	45	0
7 .....	234	40	90	80
8 .....	243	40	180	40
<b>Bloco II</b>				
9 .....	313	80	0	40
10 ....	324	80	45	80
11 ....	331	80	90	0
12 ....	342	80	180	20
13 ....	414	160	0	80
14 ....	423	160	45	40
15 ....	432	160	90	20
16 ....	441	160	180	0
<b>Bloco III 17</b>				
17 ....	114	0	0	80
18 ....	123	0	45	40
19 ....	132	0	90	20
20 ....	141	0	180	0
21 ....	213	40	0	40
22 ....	224	40	45	80
23 ....	231	40	90	0
24 ....	242	40	180	20
<b>Bloco IV</b>				
25 ....	312	80	0	20
26 ....	321	80	45	0
27 ....	334	80	90	80
28 ....	343	80	180	40
29 ....	411	160	0	20
30 ....	422	160	45	20
31 ....	433	160	90	40
32 ....	444	160	180	80

Fonte: FONTAN, 2022.

N: nitrogênio (uréia 44% de N); P: Fósforo (superfosfato triplo 41% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); K:(Cloreto de potássio 52% K<sub>2</sub>O).

Cada unidade experimental foi composta por quatro plantas dispostas em fileira, sendo as duas plantas centrais consideradas como área útil para as avaliações da produção. Na primeira colheita, as plantas foram decepadas a 0,30 m de altura em relação ao solo para estimular a emissão de brotações laterais, garantindo colheitas subsequentes.

A parte aérea das plantas (ramos, galhos e folhas) foi colhida a cada 60 dias, totalizando seis colheitas anuais durante o período de três anos de experimento. Em cada coleta, a parte aérea das plantas foi cuidadosamente cortada, garantindo a preservação da base para permitir a rebrota e a continuidade das avaliações ao longo do experimento. Após a colheita, o material foi pesado (massa de matéria fresca) e acondicionado em sacos de papel. Posteriormente, o material foi submetido a secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir peso constante. A massa seca obtida, foi então quantificada e os resultados foram expressas em (kg ha<sup>-1</sup>).

No segundo e terceiro anos de cultivo (2022 e 2023, respectivamente), as adubações com nitrogênio (N), potássio (K<sub>2</sub>O), boro (B) e zinco (Zn) foram realizadas de forma idêntica ao protocolo adotado no primeiro ano.

Para a análise das variáveis de massa fresca e massa seca acumuladas em cada ano do experimento (Ano 1, 2 e 3), foi realizado o ajuste de um modelo de superfície de resposta do tipo  $Y = b_0 + b_1N + b_2N^2 + b_3P + b_4P^2 + b_5K + b_6K^2 + b_7NP + b_8NK + b_9PK$  ( $p \leq 0,05$ ), onde Y é a variável dependente,  $b_0$  a  $b_9$  são os coeficientes de regressão e N, P e K são as doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O utilizadas no experimento.

Nos casos de influência quadrática significativa das doses de nutrientes sobre as variáveis de produtividade (massa fresca e seca) novas funções de resposta foram ajustadas (modelo quadrático) de forma a permitir a estimativa do valor de máxima produtividade (ponto de inflexão, obtido pela derivada da função quadrática) e máxima eficiência econômica, e as respectivas doses dos nutrientes para atingi-las. No presente trabalho a produtividade de máxima eficiência econômica foi considerada como sendo equivalente a 90% da máxima produtividade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o terceiro ano de cultivo consecutivo de *Moringa oleifera* adubada com NPK no IFMG, *Campus* São João Evangelista apenas as doses de N influenciaram significativamente ( $p \leq 0,05$ ) o desenvolvimento das plantas (e somente no Ano 1), que apresentaram maiores produtividades de matéria fresca e seca da parte aérea com o aumento do fornecimento de N. As doses de P e K não afetaram a produtividade ( $p > 0,05$ ) nos Anos 1, 2 e 3 (Tabela 3).

**Tabela 3:** Efeito da adubação NPK na produtividade acumulada de matéria fresca e seca da parte aérea em plantas de *Moringa oleifera* após o 3º ano de cultivo no IFMG, *Campus* São João Evangelista/MG.

Doses NPK (kg/ha)	Produtividade de matéria fresca			Produtividade de matéria seca		
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 1	Ano 2	Ano 3
	----- kg/ha -----			----- kg/ha -----		
N						
0	6.986,5	11.783,9	8.317,4	1.383,4	2.805,5	2.044,8
40	10.080,6	11.164,8	6.942,7	2.102,0	2.489,2	1.759,2
80	9.095,0	12.573,2	8.617,2	1.714,7	2.826,8	2.362,1
160	8.424,5	11.193,0	7.025,7	1.640,1	2.512,4	1.936,9
<i>Tendência</i>	<i>L**Q**</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>L**Q**</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
0	8.661,7	11.738,4	8.114,3	1.818,2	2.618,0	2.088,4
45	8.352,4	9.808,9	6.675,7	1.662,6	2.250,2	1.790,2
90	9.083,2	13.116,3	9.254,9	1.751,3	3.095,0	2.412,9
180	8.489,2	12.051,4	6.858,0	1.608,1	2.670,8	1.811,4
<i>Tendência</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>
K <sub>2</sub> O						
0	8.252,3	10.636,9	5.553,9	1.604,9	2.340,6	1.626,0
20	9.184,5	13.567,4	8.919,3	1.782,1	3.168,9	2.289,6
40	8.293,6	9.717,5	6.346,5	1.677,9	2.218,8	1.673,3
80	8.856,2	12.793,0	10.083,4	1.775,3	2.905,8	2.514,0
<i>Tendência</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>
Média	8.831,3	11.678,7	7.725,7	1.764,9	2.658,5	2.025,7
CV(%)	22,4	48,1	66,6	23,8	50,3	55,5

FONTE: Elaborado pelo autor, 2025.

L: resposta linear; Q: resposta quadrática; NS: não significativo; \* significativo a 5%; \*\* significativo a 1%; A produtividade refere-se à matéria fresca e seca total colhida em cada ano de cultivo.

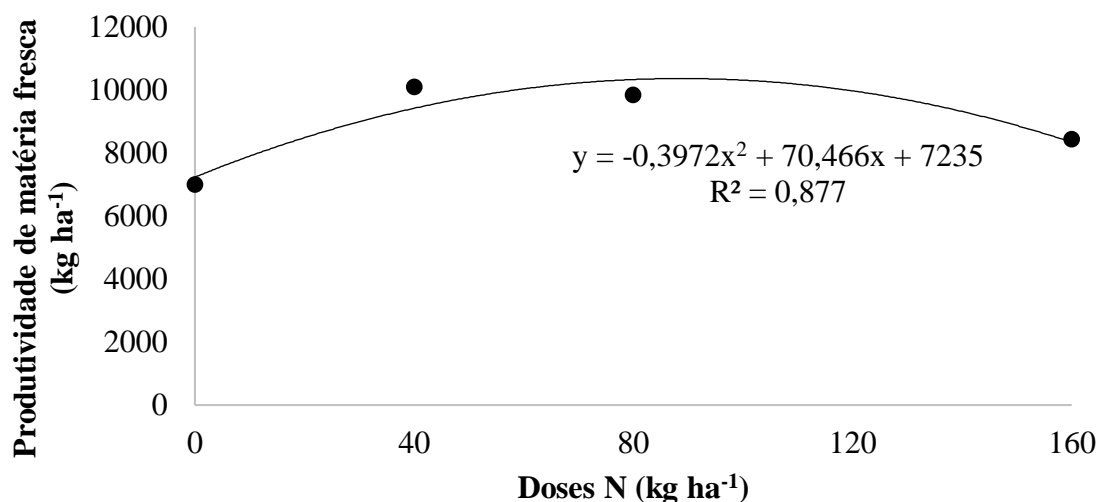
A disponibilidade de nitrogênio em muitos sistemas de produção é quase sempre um fator limitante, influenciando o crescimento das plantas mais do que qualquer outro nutriente (FONTAN *et al.*, 2024). Isto ocorre pois o N, via de regra, é o nutriente mais exigido e consumido pelas espécies vegetais por desempenhar função estrutural como constituinte de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, enzimas, vitaminas, pigmentos, além de participar de processos fisiológicos como fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA, 2006; MARSCHNER, 2012).

Desta forma, as funções desempenhadas pelo N nas plantas associadas às colheitas bimestrais, compostas essencialmente por folhas e ramos verdes, ajudam a explicar os resultados observados no Ano 1, que evidenciaram a necessidade de se realizar adubações com N para potencializar a produção de biomassa em áreas novas de cultivo com *M. oleífera*.

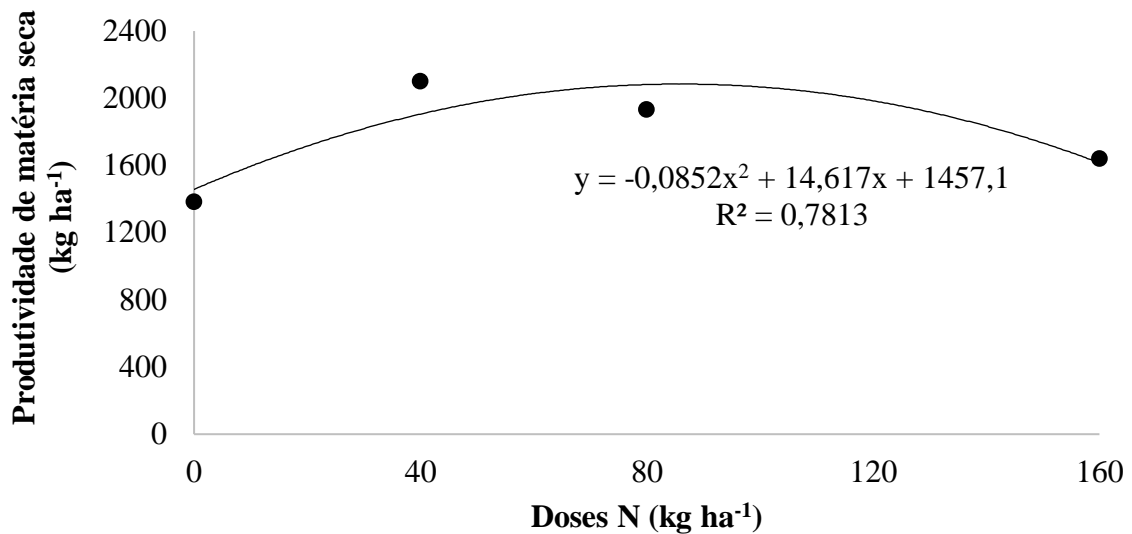
Ao avaliar a mesma área experimental do presente estudo ao longo do primeiro semestre de cultivo, Silva *et al.* (2022) observaram que o incremento em diâmetro do coleto das plantas entre o plantio e a 3ª colheita, bem como as variáveis que representam a biomassa da parte aérea acumulada foram influenciados significativamente pelas doses de N aplicadas, corroborando com os resultados observados após o 1º ano completo de cultivo (Tabela 3).

De fato, no Ano 1 as doses crescentes de N influenciaram de maneira quadrática as variáveis analisadas e as novas equações ajustadas podem ser observadas nas Figuras 1 e 2, que se referem respectivamente à produtividade de matéria fresca e matéria seca acumuladas.

**Figura 1:** Produtividade de matéria fresca acumulada no Ano 1 em resposta a doses crescentes de N, em área de cultivo de *Moringa oleífera* no IFMG, Campus São João Evangelista/MG.



**Figura 2:** Produtividade de matéria seca acumulada no Ano 1 em resposta a doses crescentes de N, em área de cultivo de *Moringa oleifera* no IFMG, Campus São João Evangelista/MG.



Fonte: Adaptado de FONTAN, 2022.

As novas equações ajustadas permitiram estimar a produtividade máxima e a produtividade associada à máxima eficiência econômica (equivalente a 90% da produtividade máxima estimada) para a matéria fresca e seca da parte aérea acumulada no Ano 1, além de determinar as doses de nitrogênio necessárias para alcançar esses níveis (Tabela 4).

**Tabela 4:** Produtividade máxima e produtividade e máxima eficiência econômica da matéria fresca e seca da parte aérea e doses de N para obtê-las no Ano 1 de cultivo de plantas de *Moringa oleifera* no IFMG, Campus São João Evangelista.

Biomassa	Produtividade <sup>(1)</sup> (kg/ha)		Dose de N (kg/ha)	
	Máxima	Máxima eficiência econômica <sup>(2)</sup>	Máxima	Máxima eficiência econômica <sup>(2)</sup>
Matéria fresca	10.360,3	9.324,3	88,7	37,6
Matéria seca	2.084,0	1.875,6	85,8	36,3

FONTE: Elaborado pelo autor, 2025.

<sup>(1)</sup> Soma de matéria fresca ou seca da parte aérea colhida no Ano 1; <sup>(2)</sup> Corresponde a 90% da produtividade máxima.

A máxima produtividade estimada de matéria fresca (10.360,3 kg/ha) e seca (2.084,0 kg/ha) no primeiro ano de cultivo foi alcançada com a aplicação de 88,7 e 85,8 kg/ha de N, respectivamente (Tabela 4). Esses valores representaram um aumento médio de 43% na biomassa em comparação ao cultivo sem adição de N.

Considerando a produtividade de máxima eficiência econômica, definida como 90% da produtividade máxima, estes mesmos autores observaram que doses de 37,6 e 36,3 kg/ha de N resultaram em produções de 9.324,3 kg/ha de matéria fresca e 1.875,6 kg/ha de matéria seca no primeiro ano (Tabela 4). Dessa forma, ao adotar a produtividade de máxima eficiência econômica como referência, seria possível reduzir, em média, 58% da dose de N aplicada no primeiro ano de cultivo, mantendo níveis elevados de produção.

Outros estudos demonstraram o efeito positivo da adubação no desenvolvimento da *Moringa Oleifera*. He et al. (2020), por exemplo, observaram maior acúmulo de biomassa em plantas cultivadas em vasos com a aplicação de 1.425 kg ha<sup>-1</sup> de N, 290 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 290 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Na Nicarágua, Mendieta *et al.* (2013) recomendaram 521 kg ha<sup>-1</sup> de N para maximizar a produção de matéria seca em cultivos de alta densidade (167.000 plantas ha<sup>-1</sup>), submetidos a cortes a cada 45 dias, totalizando oito colheitas anuais. Já na região Centro-Norte da Nigéria, Abdullahi, Ochi e Gwaram (2013) indicaram a aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N para otimizar a produção de biomassa em cultivos com densidade de 40.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Por outro lado, os resultados observados no Ano 2 e Ano 3 demonstraram que, nas condições do presente estudo, as adubações com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) não resultaram em ganhos significativos na produtividade de folhas de moringa (matéria fresca e seca acumuladas por ano de cultivo), conforme apresentado na Tabela 3.

A ausência de efeito significativo das adubações NPK sobre a produtividade da moringa no Ano 3 (Tabela 3) corrobora os resultados apresentados por Fontan *et al.* (2024) que acompanharam a produtividade das plantas nesta mesma área experimental nos dois primeiros anos de cultivo. No Ano 2 esses autores já haviam evidenciado que as adubações não proporcionaram ganhos de produtividade, ou seja, neste campo experimental as plantas demonstraram grande capacidade de produzir brotos mesmo sem a adição de nutrientes ao solo. Tais resultados podem estar associados à alta rusticidade e adaptabilidade da espécie que permitem que se desenvolva em solos com reduzida fertilidade e condições adversas.

Realmente a *Moringa oleifera* tem sido relatada na literatura científica como uma espécie que se desenvolve bem em solos pobres ou com fertilização reduzida (MABAPA; AYISI; MARIGA, 2017; MASHAMAITE *et al.* 2021). Um estudo conduzido na África Ocidental com mudas de moringa revelou uma correlação baixa entre os parâmetros de crescimento das plantas e a aplicação de diferentes tipos e doses de fertilizantes (LARWANOU; ADAMOU; ABASSE, 2014). Em uma pesquisa realizada em um campo experimental no Paquistão, Aslam *et al.* (2020) observaram que o uso de adubações inorgânicas não teve efeito significativo no acúmulo de massa seca das plantas de *M. oleifera*.

Há relatos na literatura que descrevem que a reduzida disponibilidade de nutrientes pode induzir uma condição metabólica nas plantas na qual compostos orgânicos são transportados em formas mais solúveis através do floema para regiões de crescimento ativo, como as raízes de plantas jovens (MARSCHNER 2012; HAVLIN *et al.* 2017). Priorizar a formação do sistema radicular nestas condições pode ser uma estratégia para potencializar a capacidade das raízes de explorar o solo e absorver água e nutrientes.

De fato, variações na disponibilidade de nutrientes podem alterar os padrões de desenvolvimento das partes da planta, como relatado por Vieira *et al.* (2008) que observaram que a omissão de NPK na produção de mudas de *Moringa oleífera* proporcionou um ganho relativo na massa seca da raiz nas plantas.

Neste contexto, Fontan *et al.* (2024) sugeriram que as plantas de moringa no campo experimental do presente estudo podem ter priorizado a formação do sistema radicular no primeiro ano de cultivo, independentemente das doses de NPK utilizadas, situação que pode ter criado melhores condições para absorção de nutrientes no segundo e terceiro anos de cultivo. Estes autores sugerem ainda que estudos complementares sobre a alocação de biomassa e nutrientes em diferentes órgãos das plantas de moringa fertilizadas e não fertilizadas são necessários para elucidar essas questões.

Em síntese, os resultados indicaram que as plantas de *Moringa oleífera* cultivadas no presente trabalho de pesquisa podem manter sua produtividade sem a necessidade constante de fertilizantes, o que representa uma proposta atrativa para produtores com recursos limitados. No entanto, considerando os resultados do primeiro ano de cultivo quando as adubações com nitrogênio melhoraram o crescimento das plantas pode-se adotar a estratégia de fornecer ao plantio o equivalente à dose de máxima eficiência econômica de N no ano de estabelecimento da cultura e nos anos subsequentes reduzir o uso de fertilizantes sem comprometer a produtividade. Essa abordagem oferece um equilíbrio entre redução de custos e produção, sendo necessário concluir mais estudos para otimizar as práticas de fertilização para diferentes contextos de plantio e manejo desta cultura.

#### 4 CONCLUSÕES

A produtividade de matéria fresca e seca da parte aérea das plantas de *Moringa oleífera* foi influenciada apenas pelas doses de N, e no primeiro ano de cultivo, quando o fornecimento de 88,7 e 85,8 kg/ha de N levou à máxima produtividade estimada para matéria fresca (10.360,3 kg/ha) e seca (2.84,0 kg/ha).

No segundo e terceiro ano de cultivo as diferentes doses de NPK aplicadas não influenciaram de maneira significativa a produtividade indicando que nas condições em que o estudo foi conduzido adubações com NPK não foram determinantes para melhoria da produtividade desta cultura.

## REFERÊNCIAS

- ABDULLAHI, I.N.; OCHI, K.; GWARAM, A.B. Plant population and fertilizer application effects on biomass productivity of *Moringa oleifera* in North-Central Nigeria. **Peak Journal of Agricultural Sciences**, v. 1, n. 6, p. 94-100, nov. 2013. Disponível em: <http://www.peakjournals.org/sub-journals-PJAS.html>. Acesso em: 1 fev. 2025.
- ABDULL, R.M.; IBRAHIM, M.D.; KNTAYYA, S.B. Health benefits of *Moringa oleifera*. **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention**, v. 15, p. 8571-8576, 2014. Disponível em: <https://koreascience.kr/article/JAKO201435648479194.page>. Acesso em: 1 fev. 2025.
- ADEBAYO, A.G.; AKINTOYE, H. A.; SHOKALU, A. O. *et al.* Soil chemical properties and growth response of *Moringa oleifera* to different sources and rates of organic and NPK fertilizers. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, v. 6, p. 281-287, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40093-017-0175-5>. Acesso em: 14 set. 2024.
- ASIEDU-GYEKYE, I.J.; FRIMPONG-MANSO, S.; AWORTWE, C. *et al.* Micro and macroelemental composition and safety evaluation of the nutraceutical *Moringa oleifera* leaves. **Journal of Toxicology**, p. 1-13, 2014. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1155/2014/786979>. Acesso em: 14 set. 2024.
- ASLAM, M.F.; BASRA, S.M.A.; HAFEEZ, M.B. *et al.* Inorganic fertilization improves quality and biomass of *Moringa oleifera* L. **Agroforestry Systems**, v. 94, p. 975–983, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-019-00464-7>. Acesso em: 14 set. 2024.
- ATTIA, M.F.; SHAHIN, M. F. M.; MERWAD, M. A. *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**, v. 4, n. 4, p. 825 - 832, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0570178317300337>. Acesso em: 14 set. 2024.
- BAKKE, I.A.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C. *et al.* Características de crescimento e valor forrageiro da moringa (*Moringa oleifera* Lam.) submetida a diferentes adubos orgânicos e intervalos de corte. **Engenharia Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 133-144, 2010. Disponível em: <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=1132&article=500&mode=pdf>. Acesso em: 14 set. 2024.
- CÂMARA, G.B.; LEITE, D.D.F. *Moringa oleifera*: potencial econômico. In: III CONAPESC 2018, **Anais...** Campina Grande: Realize Editora, 2018. (ISSN: 2525-6696). Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/43234>>. Acesso em: 15 jan. 2025.
- CHRISTOPHE, H.L.; albert, n.; martin, y. *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. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40093-019-0282-6>. Acesso em: 14 set. 2024.

CLIMATE-DATA.ORG. Clima: São João Evangelista/MG. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/search/?q=S%C3%A3o+Jo%C3%A3o+Evangelista>. Acesso em: 5 out. 2024.

CONAGIN, A.; NAGAI, V.; IGUE, T. **Delineamento (1/2)4 em blocos de oito unidades**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, Boletim Científico, n. 36, 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/X6qz7VP3SwfF7ZDpzq6hXhm/?lang=en>. Acesso em: 5 out. 2024.

DUBEY, K.D.; DORA, J.; KUMAR, A. *et al.* A multipurpose Tree- *Moringa oleifera*. **International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences**, v. 2, n. 1, p. 415-423, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/ivanf/Downloads/58-414.pdf>. Acesso em: 14 set. 2024.

FONTAN, I.C.I.; SILVA, E. B.; LAFETA, B. O. *et al.* Productivity and nutritional aspects in *Moringa oleifera* plants fertilized with NPK in south-eastern Brazil. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 94, n. 8, p. 912-915, ago. 2024. Disponível em: <https://epubs.icar.org.in/index.php/IJAgS/article/view/147299>. Acesso em: 14 set. 2024.

FONTAN, I.C.I. **Adubação NPK para cultivo de *Moringa oleifera* Lam.** 2022. 44 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – MG, 2022. Disponível em: <http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/handle/1/3103>. Acesso em: 14 set. 2024.

GODINO, M.; VÁZQUEZ PRADO, T.; IZQUIERDO, M. I. *et al.* Estudio de la incidencia de los factores ecológicos abióticos (temperatura e humedad) em la germinación y desarrollo de la *Moringa oleifera* Lam. In: **Congreso Forestal Espanol**, 6, 2013, Vitoria-Gasteiz. Proceedings... Vitoria-Gasteiz: Sociedad Española de Ciências Forestales, 2013. Disponível em: [https://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos\\_forestales/article/view/14477](https://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/14477). Acesso em: 14 set. 2024.

HAVLIN, J. L.; TISDALE, S. L.; NELSON, W.L. *et al.* **Soil fertility and fertilizers**. 8th Edition. Delhi: Pearson Education India, 2017.

HE, Q.; HAO, Y.; GAO, X. *et al.* Biomass production of *Moringa oleifera* as affected by N, P, and K fertilization. **Journal of Plant Nutrition**, v.43, n.10, p. 1458-1467, 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904167.2020.1739305>. Acesso em: 14 set. 2024.

KAUR, N.; SONTAKKE, M. Exploring nutritional and phytochemical potentials of a miracle tree *Moringa oleifera*: A review. **The Pharma Innovation Journal**, v. 12, n. 5, p. 3046-3055, 2023. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2023/vol12issue5/PartAJ/12-5-154-675.pdf>. Acesso em: 14 set. 2024.

LARWANOU, M.; ADAMOU, M.M.; ABASSE, T. Effects of fertilization and watering regimes on early growth and leaf biomass production for two food tree species in the Sahel: *Moringa oleifera* Lam. and *Adansonia digitata* L. **J. Agric. Sci. Appl.**, v. 3, n. 4, p. 82-88, 2014. DOI: 10.14511/jasa.2014.030401.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

MABAPA, M. P., AYISI, K. K.; MARIGA, I. K. Effect of Planting Density and Harvest Interval on the Leaf Yield and Quality of Moringa (*Moringa oleifera*) under Diverse Agroecological Conditions of Northern South Africa. **International Journal of Agronomy**, p. 1-9, 2017.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Agronômica Ceres, 2006.

MARSCHNER, P. **Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants** (Elsevier, 2012).

MASHAMAITE, C. V. *et al.* Moringa *oleifera* in South Africa: A review on its production, growing conditions and consumption as a food source. **South African Journal of Science**, [S. l.], v. 117, n. 3/4, 2021. DOI: 10.17159/sajs.2021/8689. Disponível em: <https://sajs.co.za/article/view/8689>. Acesso em: 5 aug. 2023.

MENDIETA, A. 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. **Livestock Science**, v. 137, p. 10-17, 2011. Acesso em: 14 out. 2024

MUHL, Q. E. *et al.* Bud development, flowering and fruit set of *Moringa oleifera* Lam. (Horseradish Tree) as affected by various irrigation levels. **J Agr Rur Dev Trop Subtrop**. 2013; 114(2): 79–87.

PALIWAL, R.; SHARMA, V.; PRACHETA. A review on horse radish tree (*Moringa oleifera*): a multipurpose tree with high economic and commercial importance. **Asian Journal of Biotechnology**, 3(4): 317-328, 2011. DOI: 10.3923/ajbkr.2011.317.328

RAJA, R.R.; SREENIVASULU, M.; VAISHNAVI, S. *et al.* Moringa *Oleifera*-An Overview. **RA Journal of Applied Research**. vol. 2, n. 9, p. 620-624, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Ramasubramania-Raja/publication/308600546\\_Moringa\\_Oleifera- An\\_Overview/links/59ef05460f7e9b0f76a9779a/Moringa-Oleifera-An-Overview.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ramasubramania-Raja/publication/308600546_Moringa_Oleifera- An_Overview/links/59ef05460f7e9b0f76a9779a/Moringa-Oleifera-An-Overview.pdf). Acesso em: 12 nov. 2024.

SALIM N.; RAZA A. Nutrient use efficiency (NUE) for sustainable wheat production: a review. **Journal of Plant Nutrition** 43(2): 297-315, 2020.

SAMIKSHA; KUMAR, M.; MEENA, N. *et al.* A Review on Nutritive and Medicinal Importance of Shigru (*Moringa oleifera* Lam.). **International Research Journal of Ayurveda & Yoga**, Vol. 6(7), 132-143, July 2023. DOI: doi.org/10.48165/IRJAY.2023.6720

SANJAY, P.; DWIVEDI, K. N. Shingru (*Moringa oleifera* Lam.): A critical review. **International Journal of Ayurveda and Pharmaceutical Chemistry**, 3(1), p. 217-227, 2015.

SANTOS *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed. rev. e ampl., Brasília, DF: EMBRAPA, 2018, 356 p.

SARWAR, M.; PATRA, J. K.; JIHUI, B. Comparative effects of compost and NPK fertilizer on vegetative growth, protein, and carbohydrate of *Moringa oleifera* Lam hybrid PKM-1. **Journal of Plant Nutrition**, v. 41, n. 12, p. 1587-1596, 2018. Acesso em: 14 set. 2024.

SILVA, W. M. G. Produção de folhas de *Moringa oleifera* lam. submetidas à adubação NPK em São João Evangelista - MG. 2021, 37p. **Monografia** (Bacharel em Engenharia Florestal) – Instituto Federal de Minas Gerais, São João Evangelista-MG, 2021.

VELÁZQUEZ-ZAVALA M, PEON-ESCALANTE IE, ZEPEDA-BAUTISTA R, JIMENEZ-ARELLANTES MA. Moringa (*Moringa oleifera* Lam.): potential uses in agriculture, industry and medicine. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, 22(2): 95-116, 2016. DOI: 10.5154/r.rchsh.2015.07.018

YADAV L P, GANGADHARA K, APPARAO V V; SINGH A K.. Antioxidants and nutritional counters of drumstick (*Moringa oleifera*) germplasm under rainfed semi-arid region. **Indian Journal of Agricultural Sciences** 93(10): 1073-1079, 2023.