

EFEITO DA ADUBAÇÃO NPK NA PRODUÇÃO DE FOLHAS DE *Moringa oleifera* Lam. NO SEGUNDO ANO DE CULTIVO EM SÃO JOÃO EVANGELISTA - MG

Lucas Aguiar da Silva ¹; Luis Henrique de Andrade Guimarães ²; Luiz Flávio Nunes Costa ³; Bruno Oliveira Lafetá ⁴; Ivan da Costa Ilhéu Fontan ⁵

1 Lucas Aguiar da Silva, Bolsista, Curso de Engenharia Florestal, IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista - MG; lukasaguiar1409@gmail.com

2 Luis Henrique de Andrade Guimarães, Colaborador, Curso de Engenharia Florestal, IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista - MG

3 Luiz Flávio Nunes Costa, Colaborador, Curso de Engenharia Florestal, IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista - MG;

4 Bruno Oliveira Lafetá, coorientador: Pesquisador do IFMG, Campus São João Evangelista; bruno.lafeta@ifmg.edu.br

5 Ivan da Costa Ilhéu Fontan, orientador: Pesquisador do IFMG, Campus São João Evangelista; ivan.fontan@ifmg.edu.br

RESUMO

A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) é popularmente conhecida como “Árvore da vida” por suas numerosas qualidades medicinais e nutricionais que permitem que esta planta seja utilizada para múltiplas finalidades, como a nutrição humana, tratamento de inúmeras enfermidades, alimentação animal, purificação de água, etc. Apesar da vasta literatura científica disponível sobre a moringa, estas tratam especialmente das suas propriedades e usos nutricionais e medicinais. Ainda, são poucas as pesquisas que se encarregam de investigar seus aspectos culturais, incluindo suas demandas nutricionais e recomendações de adubação. Assim, o trabalho teve como objetivo geral consolidar e refinar informações acerca do efeito de adubações com NPK sobre a produção de folhas de *Moringa oleifera* no segundo ano de cultivo em sistema semi-intensivo no município de São João Evangelista/MG. O delineamento experimental utilizado foi o fatorial fracionado com 4 blocos no esquema $(4 \times 4 \times 4)^{1/2}$. Os tratamentos utilizados foram constituídos da combinação de quatro doses de N na forma de ureia (44% N), quatro doses de P₂O₅ na forma de superfosfato triplo (41% P₂O₅) e quatro doses de K₂O na forma de cloreto de potássio (52% K₂O). Além dos tratamentos com N, P e K, todas as parcelas experimentais receberam adubações de Zn na forma de sulfato de zinco (20% Zn) e B na forma de ácido bórico (17% B). No escopo do presente trabalho (2º ano de cultivo) foram repetidas as adubações N e K nas mesmas doses e formas de aplicação do 1º ano. O crescimento e a produtividade de folhas foram avaliados por meio do incremento em diâmetro do coleto e da massa foliar colhida (fresca e seca). No sistema de cultivo semi-intensivo adotado a colheita da parte aérea das plantas (poda dos ramos e folhas) foi realizada a cada 60 dias, totalizando 6 colheitas por ano de cultivo. Os dados foram submetidos ao ajuste do modelo de superfície de resposta (5% significância) do tipo $Y = b_0 + b_1 N + b_2 N^2 + b_3 P + b_4 P^2 + b_5 K + b_6 K^2 + b_7 NP + b_8 NK + b_9 PK$, onde Y é a variável dependente, b₀ a b₉ são os coeficientes de regressão e N, P e K são as doses NPK. Os resultados demonstraram que após o segundo ano completo de cultivo as adubações NPK não influenciaram de maneira significativa as variáveis utilizadas para expressar o crescimento e a produtividade das plantas de *Moringa oleifera* estabelecidas no campo experimental no IFMG em São João Evangelista/MG.

INTRODUÇÃO:

A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) é popularmente conhecida como “Árvore da vida” por suas numerosas qualidades medicinais e nutricionais que permitem que esta planta seja utilizada para múltiplas finalidades, como a nutrição humana, tratamento de inúmeras enfermidades, alimentação animal, purificação de água, etc. Apresenta rápido, grande adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas e é considerada uma planta rústica por seu manejo agrônômico simples, sem necessidade de cuidados intensivos (PADILLA; FRAGA; SUÁREZ, 2012; HASSAN; IBRAHIM, 2013; NOUMAN *et al.*, 2014).

Diante de tantas potencialidades, a moringa se disseminou pelo território brasileiro, sendo observados plantios e pesquisas com essa planta em diferentes estados, dentre eles Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, São Paulo e Sergipe (SILVA *et al.*, 2013; SANTOS; MOURA; LIMA, 2016).

Apesar da vasta literatura científica disponível sobre a *Moringa oleifera*, estas tratam especialmente das suas propriedades e usos nutricionais e medicinais da moringa. Ainda, são poucas as pesquisas que se

encarregam de investigar seus aspectos culturais, incluindo suas demandas nutricionais e recomendações de adubação.

Sarwar, Patra e Jihui *et al.* (2018) observaram que o aporte nutricional promovido por adubações com NPK (21-17-17) melhorou o desenvolvimento de plantas de moringa na Coréia do Sul. A realização de adubação orgânica com esterco de aves proporcionou efeito significativo sobre o crescimento das plantas de moringa em condições de campo na Nigéria (ADEBAYO *et al.*, 2017).

A produção de folhas e sementes, bem como os teores nutricionais, de antioxidantes e fenóis nas folhas de *M. oleifera*, foi potencializada com o incremento nutricional promovido pela combinação de fertilizações orgânicas e minerais em plantas estabelecidas em solo arenoso em North Sinai, Egito (ATTIA *et al.*, 2014). A combinação de compostos orgânicos e fertilizantes químicos em mistura com solo na produção de substratos afetou o vigor e crescimento de mudas de moringa em condições de viveiro em Chad, Camarões (CHRISTOPHE *et al.*, 2019).

Diante da reduzida disponibilidade de informações agronômicas sobre o cultivo de moringa em escala comercial torna-se importante estabelecer recomendações de adubação que visem garantir que suas demandas nutricionais sejam adequadamente supridas de modo a potencializar sua produtividade e otimizar o uso de insumos e recursos, aumentando a atratividade e a lucratividade do seu cultivo.

Nesse contexto a seguinte hipótese norteou a realização do presente trabalho de pesquisa: A adubação NPK potencializa a produção de folhas ao longo de colheitas sucessivas no segundo ano de cultivo de *Moringa oleifera*? A contribuição prevista com o projeto é, portanto, gerar conhecimentos relativos à nutrição na cultura da *Moringa oleifera* por meio da avaliação do efeito de diferentes doses de NPK sobre a produtividade de folhas ao longo do segundo ano de cultivo no município de São João Evangelista, região Leste de Minas Gerais.

METODOLOGIA:

O trabalho foi conduzido em uma área experimental localizada na fazenda do Instituto Federal de Minas Gerais, no município de São João Evangelista/MG, microrregião de Guanhães, Vale do Rio Doce. A região possui clima do tipo Cwa pela classificação do sistema internacional de Köppen. As médias anuais de temperatura e precipitação são de 20,2°C e 1.000mm, respectivamente (CLIMATE.DATA.ORG, 2023).

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho distrófico – LVd (SANTOS *et al.*, 2018) e sua caracterização química e textural antes do início do trabalho pode ser observada na Tabela 1. Para a realização do estudo adotou-se um sistema semi-intensivo de cultivo, onde as plantas foram estabelecidas em um espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,6 m entre plantas (16.666 plantas por hectare). O preparo da área consistiu de uma roçada mecanizada seguida de uma capina manual para retirada da vegetação espontânea indesejável.

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

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

pH água: Relação solo: água 1:2,5. P e K: extrator Mehlich⁻¹. Ca, Mg e Al: extrator KCl 1 mol L⁻¹. 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. * Segundo ALVAREZ et al. (1999): Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5º Aproximação, 1999.

A correção da acidez do solo foi realizada com calcário dolomítico (PRNT 85%), incorporado a uma profundidade de 0,20 m por meio de aração em área total, de modo a elevar a saturação por bases a 50%. Noventa dias após a calagem realizou-se a abertura manual das covas de plantio (30x30x30 cm). As mudas do experimento foram produzidas em tubetes plásticos (180 cm³) preenchidos com substrato Bioplant®, utilizando sementes originadas de Área de Coleta de Semente (ACS) localizada no município de Birigui/SP.

No primeiro ano de cultivo (2021) os tratamentos utilizados (Tabela 2) foram constituídos da combinação de quatro doses de N na forma de ureia (44% N), quatro doses de P₂O₅ na forma de superfosfato triplo (41% P₂O₅) e quatro doses de K₂O na forma de cloreto de potássio (52% K₂O). Além dos tratamentos com N, P e K, todas as parcelas experimentais receberam adubações de 4,0 kg ha⁻¹ de Zn na forma de sulfato de zinco (20% Zn) e 1,0 kg ha⁻¹ de B na forma de ácido bórico (17% B).

As diferentes doses de P foram integralmente fornecidas por meio da adição do adubo na cova na ocasião do plantio, que ocorreu no dia 14 de janeiro de 2021. As doses de N e K foram parceladas em duas aplicações realizadas nos primeiros meses do cultivo, sendo metade da dose 15 dias após o plantio das mudas, e outra metade da dose 30 dias após o primeiro parcelamento. O cloreto de potássio foi aplicado superficialmente enquanto a ureia foi incorporada para reduzir as perdas por volatilização. Simultaneamente no primeiro parcelamento de N e K foi realizada a adubação com os micronutrientes B e Zn.

O delineamento experimental utilizado foi o de fatorial fracionado com 4 blocos (4x4x4)^{1/2}, como proposto por CONAGIN et al. (1997). A parcela experimental foi constituída de quatro plantas dispostas em fileira, sendo as plantas centrais consideradas a área útil para as avaliações de crescimento e produção.

Tabela 2: Distribuição dos tratamentos no delineamento em blocos casualizados dispostos em esquema fatorial fracionado (4x4x4)^{1/2} e as respectivas doses de nutrientes aplicadas.

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

N: nitrogênio (uréia 44% de N); P: Fósforo (superfosfato triplo 41% de P₂O₅); K:(cloreto de potássio 58% K₂O).

No segundo ano de cultivo, tema do presente trabalho, as adubações de nitrogênio (N) e potássio (K), assim como as adubações com os micronutrientes boro e zinco, foram realizadas novamente, tal como descrito para o primeiro ano, ou seja, as doses (Tabela 2) e formas de aplicação foram as mesmas. A adubação de fósforo não foi repetida em função das características deste nutriente e sua complexa dinâmica com o solo.

No sistema de cultivo semi-intensivo apresentado neste trabalho a colheita da parte aérea das plantas (poda dos ramos e folhas) foi realizada a cada 60 dias, totalizando 6 colheitas por ano de cultivo. Na 1ª colheita do primeiro ano de cultivo as plantas foram decepadas a 0,30 m de altura a partir do solo para estimular a emissão das brotações laterais e permitir as colheitas futuras. Antes de cada uma das colheitas no segundo ano de cultivo foram realizadas medições do diâmetro do coleto das plantas (DC, mm), para avaliar o efeito das adubações sobre seu incremento.

Em cada poda o material colhido de cada tratamento foi pesado (massa fresca), acondicionado em sacos de papel e secos em estufa a 65° C até peso constante, para determinação da massa seca. Os resultados foram convertidos para quilograma por hectare (kg ha⁻¹) para facilitar a interpretação e comparação com outras pesquisas. Para todas as variáveis avaliadas (incremento em diâmetro do coleto, massa fresca e massa seca colhida) foi realizado o ajuste do modelo de superfície de resposta (5% significância) do tipo $Y = b_0 + b_1 N + b_2 N^2 + b_3 P + b_4 P^2 + b_5 K + b_6 K^2 + b_7 NP + b_8 NK + b_9 PK$, onde Y é a variável dependente, b₀ a b₉ são os coeficientes de regressão e N, P e K são as doses de N, P₂O₅ e K₂O utilizadas no experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Ao final do segundo ano de cultivo as doses de NPK utilizadas não promoveram diferença significativa no desenvolvimento das plantas de moringa, ou seja, as variáveis analisadas não foram

influenciadas pelas adubações. Para ilustrar os resultados, os dados obtidos foram agrupados na forma dos valores médios em função das doses, sendo confeccionados os respectivos gráficos, apresentados na Figura 1 (incremento em diâmetro do coleto) e Figura 2 e 3 (respectivamente a matéria fresca e seca da parte aérea acumuladas nas colheitas).

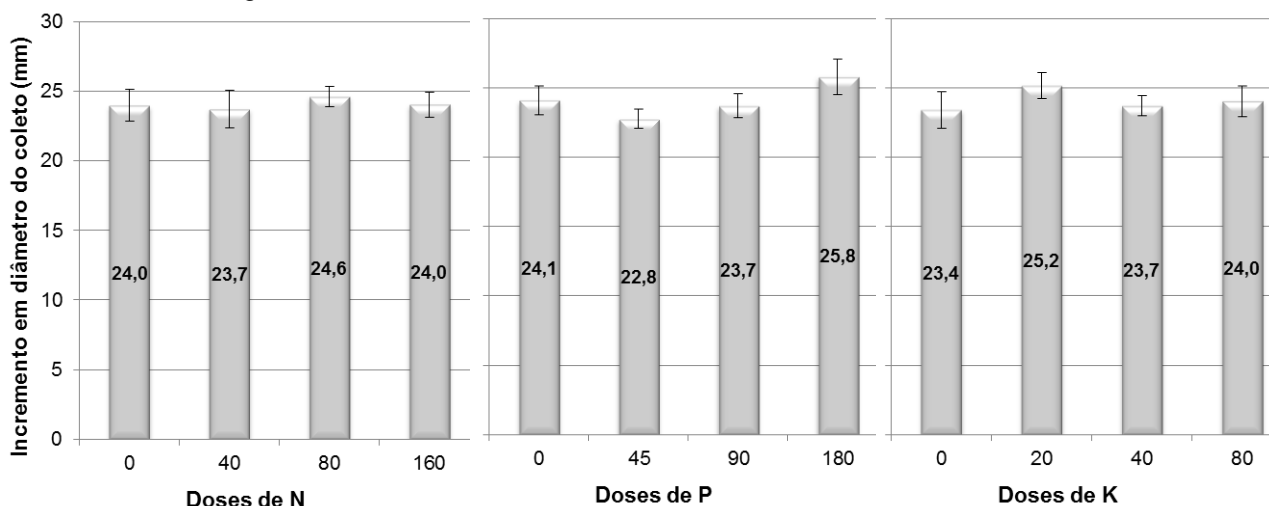
De forma similar, um estudo desenvolvido na África Ocidental com mudas de *Moringa oleifera* evidenciou uma baixa correlação entre os parâmetros de crescimento das plantas e o uso de diferentes tipos e doses de fertilizantes (LARWANOU; ADAMOU; ABASSE, 2014). Em estudo realizado em um campo experimental no Paquistão, Aslam *et al.* (2020) constataram que adubações inorgânicas não influenciaram de maneira significativa o acúmulo de massa seca em plantas de *M. oleifera*.

Por outro lado, existem na literatura relatos dos efeitos benéficos de adubações sobre o desenvolvimento de moringa. Sarwar, Patra e Jihui (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, em área experimental na Universidade de Dongguk, Coreia 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, foi obtido com a utilização de 120 kg ha⁻¹ 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 x 0,75 m. Estes autores observaram que as adubações proporcionaram efeito significativo sobre o crescimento das plantas em relação ao controle, e recomendaram o uso de 20 toneladas por hectare de esterco de aves para potencializar a produção sustentável de matéria seca de folhas de moringa nas condições do sudoeste da Nigéria.

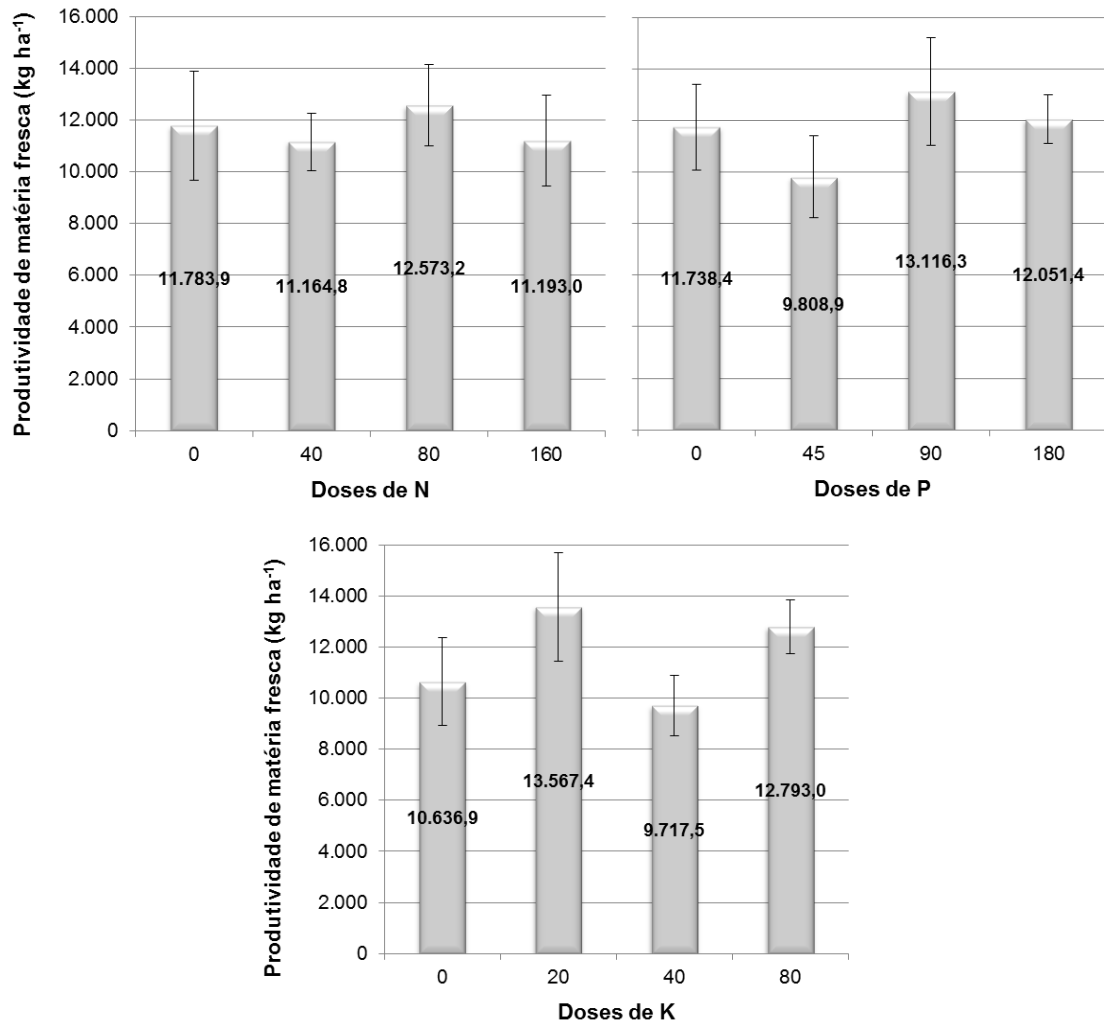
Desta forma, evidenciou-se que na literatura científica ainda existem muitos resultados divergentes e contraditórios sobre os efeitos das adubações em áreas de cultivo com *Moringa oleifera*, e que mais investigações precisam ser realizadas para subsidiar o plantio em escala comercial desta planta.

Figura 1 – Incremento em diâmetro do coleto de plantas de moringa submetidas à adubação NPK no segundo ano de cultivo (as barras referem-se ao erro padrão da média).



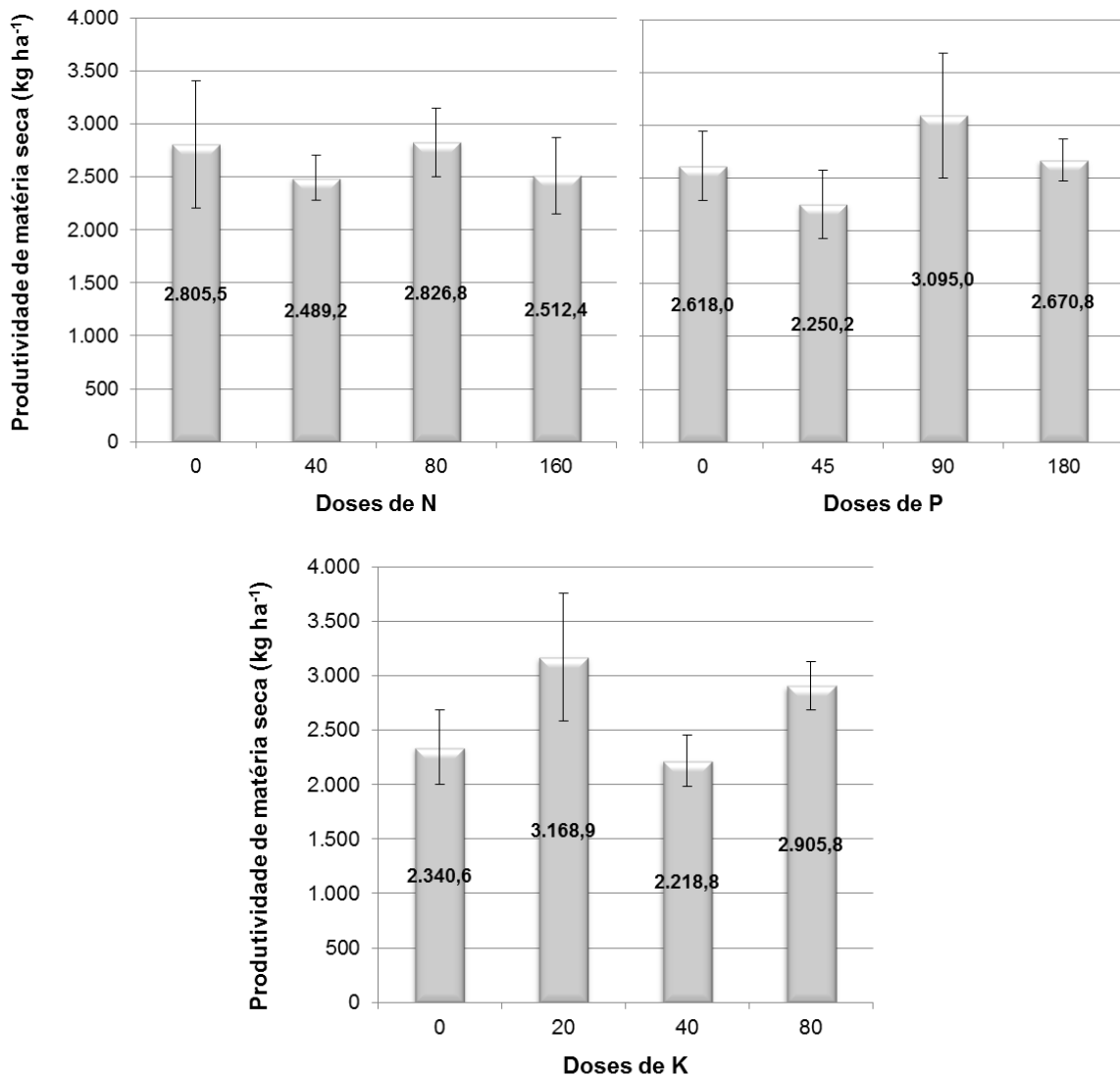
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 2 – Matéria fresca da parte aérea acumulada nas colheitas de moringa submetidas à adubação NPK no segundo ano de cultivo (as barras referem-se ao erro padrão da média).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 3 – Matéria seca da parte aérea acumulada nas colheitas de moringa submetidas à adubação NPK no segundo ano de cultivo (as barras referem-se ao erro padrão da média).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

CONCLUSÕES:

Os resultados demonstraram que após o segundo ano completo de cultivo as adubações NPK não influenciaram de maneira significativa as variáveis utilizadas para expressar o crescimento e a produtividade das plantas de *Moringa oleifera* estabelecidas no campo experimental no IFMG em São João Evangelista/MG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

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*, 6: 281-287, 2017.

ALVAREZ V, V. H. *et al.* Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999, p. 25-32.

ASLAM, M. F. *et al.* Inorganic fertilization improves quality and biomass of *Moringa oleifera* L. **Agroforestry Systems**, v. 94, p. 975-983, 2020.

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.

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**, 8: 123-130, 2019.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima: São João Evangelista/MG**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/sao-joao-evangelista-175926/>>. Acesso em: 20 abr. 2023

HASSAN, F. A. G.; IBRAHIM, M. A. *Moringa oleifera*: Nature is most nutritious and multipurpose tree. **International Journal of Scientific and Research Publications**, v. 3, n. 1, p. 01–05, 2013.

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. 187-201, 2014.

NOUMAN, W. *et al.* Potential of *Moringa oleifera* L. as livestock fodder crop: a review. **Turkish Journal of Agricultura and Forestry**, v.38, p. 1-14, 2014.

PADILLA, C.; FRAGA, N.; SUÁREZ, M. Effect of the soaking time of moringa (*Moringa oleifera*) seeds on the germination and growth indicators of the plant. **Cuban Journal of Agricultural Science**, 46(4), 419- 421, 2012.

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

SANTOS, C. A.; MOURA, F. B. P.; LIMA, L. N. Potencialidades e uso da moringa (*Moringa oleifera* Lam.) In: NOGUEIRA, E.M.S.; ANDRADE, M.J.G.; MOURA, G.J.B.; SANTOS, C.A.B. (orgs.) **Conservação dos recursos naturais**. Paulo Afonso: SABEH, 2016. Cap. 1, p. 12-42.

SARWAR, M.; PATRA, J.K.; JIHUI, B. Comparative effects on compost and NPK fertilizer on vegetative growth, protein, and carbohydrate of *Moringa oleifera* Lam hybrid PKM-1. **Journal of Plant Nutrition**, 41(12), p.1587-1596, 2018.

SILVA, T. C. S. *et al.* A. M. Utilização de sementes de *Moringa oleifera* Lam. como alternativa para produção de biodiesel. **Gestão, Inovação e Tecnologias**. vol. 3, n. 2, p. 12-25, 2013.