

# Crescimento de *Moringa oleifera* Lam. em plantios homogêneos com diferentes adubações na Região Nordeste

Juliana Lorensi do Canto<sup>1\*</sup>, Romário Felipe de Holanda<sup>1</sup>, José Augusto da Silva Santana<sup>1</sup>, Gualter Guenther Costa da Silva<sup>1</sup>, Ermelinda Maria Mota Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias / Escola Agrícola de Jundiá, RN 160 Km 03, Distrito de Jundiá, Macaíba, Rio Grande do Norte

## Original Article

\*Corresponding author:  
juliana.canto@ufrn.br

Received in 09/05/2024

Accepted on 15/05/2025

Published in 11/08/2025

DOI:  
<https://doi.org/10.34062/kn91ck16>

**RESUMO:** *Moringa oleifera* Lam. apresenta grande importância econômica pelos seus múltiplos potenciais de uso. Ainda se destaca pela adaptação edafoclimática em regiões semiáridas, sendo proposta como alternativa para o desenvolvimento sustentável do Nordeste brasileiro. Assim, este trabalho objetivou avaliar o crescimento da espécie, aos 36 meses de idade, em plantios homogêneos com diferentes adubações, em uma área com solo de baixa fertilidade natural no município de Macaíba, Rio Grande do Norte. Foram avaliados quatro tratamentos: (T0) testemunha (sem adubação); (T1) apenas adubação mineral (131 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triplo); (T2) adubação mineral (131 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triplo) + composto orgânico (7 kg ha<sup>-1</sup>); e (T3) adubação mineral (131 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triplo) + biochar (3 kg ha<sup>-1</sup>). A coleta de dados compreendeu a mensuração das circunferências à altura do solo e na altura do peito, e da altura total das plantas. Foi avaliada a taxa de sobrevivência da espécie e foram estimados os volumes de fuste por unidade de área. Os tratamentos adubados apresentaram maior sobrevivência, crescimento e produtividade em relação à testemunha. O tratamento com composto orgânico apresentou melhores resultados de crescimento, com diâmetro na altura do solo (DAS) médio de 16,2 cm; diâmetro à altura do peito (DAP) médio de 7,9 cm; altura total média de 5,87 m; produtividade de 72,5069 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>; e incremento médio anual (IMA) de 24,16 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Os resultados evidenciam a importância da adubação para melhor desempenho silvicultural da espécie.

**Palavras-chave:** Silvicultura; Produtos florestais; Fertilização do solo.

## Growth of *Moringa oleifera* Lam. in homogeneous plantations with different fertilizations in the Northeast Region

**ABSTRACT:** *Moringa oleifera* Lam. has great economic importance due to its multiple potential uses. It still stands out for its soil and climate adaptation in semi-arid regions, being proposed as an alternative for sustainable development in the Brazilian Northeast. Therefore, this work aimed to evaluate the growth of the species, at 36 months age, in homogeneous plantations with different fertilizations, in an area with low natural fertility soil in the municipality of Macaíba, Rio Grande do Norte State, Brazil. Four treatments were evaluated: (T0) control (without fertilization); (T1) only mineral fertilizer (131 kg ha<sup>-1</sup> of triple superphosphate); (T2) mineral fertilizer (131 kg ha<sup>-1</sup> of triple superphosphate) + organic compound (7 kg ha<sup>-1</sup>); and (T3) mineral fertilizer (131 kg ha<sup>-1</sup> of triple superphosphate) + biochar (3 kg ha<sup>-1</sup>). Data collection was based on measuring the circumferences at the ground level and at the chest height, and the total height of the plants. The survival of the species was assessed and the stem volumes per unit area were estimated. The fertilized treatments showed greater survival, growth and productivity compared to the control. The treatment with organic compound showed better growth results, with an average diameter at the ground level (DGL) of 16.2 cm; average diameter at breast height (DBH) of 7.9 cm; average height of 5.87 m; productivity of 72.5069 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>; and average annual increase (IMA) of 24.16 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. The results highlight the importance of fertilization for better silvicultural performance of the species.

**Keywords:** Forestry, Forest products, Soil fertilization.

## Introdução

A *Moringa oleifera* Lam. (Moringa) é uma espécie arbórea exótica da família Moringaceae, original da Índia, que cresce entre 5 e 12 m de altura e atinge diâmetros que variam entre 10 e 30 cm (Rangel, 1999). A espécie tem sido cultivada em países tropicais, apresentando importância econômica devido a suas múltiplas possibilidades de uso (Pereira et al. 2018; Granella et al. 2021).

As sementes apresentam significativo conteúdo de óleo (média de 35% a 40%) (Ozcan 2020), utilizado como matéria prima na indústria cosmética e farmacêutica (Marinho et al. 2021; Silva et al. 2024) e com grande potencial para a produção de biodiesel, especialmente pela sua composição química (Pereira et al. 2018; Niju et al. 2019; Tulashie e Kotoka 2022). Também têm sido usadas no tratamento de água e efluentes por coagulação-floculação-sedimentação, substituindo o sulfato de alumínio em processos de purativos (Figueiredo et al. 2022), especialmente em locais de baixa renda em razão do baixo custo, da reduzida geração de subprodutos, da biodegradabilidade e da não toxicidade (Yamaguchi et al. 2021).

As folhas apresentam potencial de uso medicinal (Granella et al. 2021) e são tradicionalmente consumidas na alimentação animal, como alternativa de forragem, em razão do seu valor nutricional, com elevado teor de proteínas (Sobral et al. 2020).

A biomassa tem potencial energético, principalmente para produção de briquetes (Pereira et al. 2015). As cascas e tortas residuais apresentam poder calorífico equivalente ao de resíduos agrícolas tradicionalmente utilizados como biocombustíveis, como lenha, bagaço de cana e casca de coco (Pereira et al. 2018).

Além da multiplicidade de usos, a *M. oleifera* demonstrou adaptação em climas semiáridos, suportando elevadas temperaturas e solos de baixa fertilidade, sendo inclusive resistente a déficit hídrico (Pereira et al. 2018; Horn et al. 2022). Diante da adaptação edafoclimática, o plantio da espécie tem sido proposto para o Nordeste brasileiro como uma alternativa para o desenvolvimento sustentável da economia regional (Granella et al. 2021). A *M. oleifera* tem potencial socioambiental, podendo ser cultivada pelo agricultor familiar em sistemas agroflorestais e para a recuperação de áreas degradadas (Horn et al. 2022).

Embora a *M. oleifera* tolere solos pobres, a adubação desempenha um papel essencial na silvicultura, potencializando o crescimento das plantas, aumentando a produtividade e reduzindo o tempo de rotação. Nesse contexto, o uso de compostos orgânicos e biochar se destaca como uma alternativa sustentável para a adubação florestal (Miranda et al. 2018).

Diante do potencial da espécie para a Região Nordeste, este trabalho objetivou avaliar o crescimento da *M. oleifera*, aos 36 meses de idade, em plantios homogêneos experimentais com diferentes

adubações, em uma área com solo de baixa fertilidade natural localizada em Macaíba-RN

## Material e Métodos

O estudo foi realizado em plantios homogêneos experimentais de *M. oleifera* localizados no município de Macaíba, Estado do Rio Grande do Norte. O clima local é uma transição entre os tipos As e BSw da classificação de Köppen, com temperaturas elevadas ao longo do ano e chuvas concentradas entre maio e julho. A temperatura média anual é de 27°C, sendo a máxima de 32°C e a mínima de 21°C. A precipitação pluviométrica varia entre 800 e 1.200 mm por ano, sendo caracterizado como clima sub úmido (IDEMA 2013). Entretanto, de agosto a fevereiro as precipitações médias mensais são inferiores a 100 mm na região, delimitando uma estação seca com duração de seis a sete meses (EMPARN 2023).

O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, com baixa fertilidade natural, textura média, relevo plano, fortemente drenado (IDEMA 2013). A caracterização química e física do solo na área é apresentada na Tabela 1.

A área de plantio era ocupada por uma vegetação predominantemente herbácea. O preparo de solo para o plantio compreendeu gradagem pesada, seguida por gradagem simples de sistematização e sulcamento na linha de plantio com profundidade de 50 cm. As mudas foram produzidas em sacos plásticos (15 cm de diâmetro x 20 cm de altura) a partir de sementes coletadas na região. O espaçamento de plantio foi de 3 x 3 m e as mudas foram plantadas manualmente, com 45 dias de idade e altura média de 40 cm, sendo irrigadas a cada cinco dias durante os dois primeiros meses e com monitoramento e combate a formigas cortadeiras nos dois primeiros anos.

A área total de plantio foi subdividida, recebendo diferentes adubações de base, definidas a partir de experimentos prévios, aplicadas em sulco, compreendendo os seguintes tratamentos: (T0) testemunha (sem adubação); (T1) apenas adubação mineral, composta por 131 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triplo; (T2) adubação mineral (131 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triplo) + composto orgânico (7 t ha<sup>-1</sup>); e (T3) adubação mineral (131 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triplo) + biochar (3 t ha<sup>-1</sup>).

O composto orgânico era oriundo de esterco bovino curtido por seis meses, através do processo de compostagem. O biochar teve a composição caracterizada por Pimenta et al. (2019).

Após 45 dias de plantio, foi realizada uma adubação de cobertura, composta por 111 kg ha<sup>-1</sup> sulfato de amônio, definida a partir de experimentos prévios, aplicada a lanço na projeção de copa apenas nos talhões adubados.

A coleta de dados foi realizada aos 36 meses após o plantio, em quatro parcelas de 24 x 24m, contendo 64 plantas, em cada tratamento,

totalizando 256 indivíduos medidos por tratamento. Foi feita a mensuração da circunferência do fuste na altura do solo (CAS) e à 1,30 m de altura (CAP), além da altura total das plantas.

As circunferências dos fustes foram medidas com fita métrica e a altura total foi mensurada com régua altimétrica. Posteriormente, as circunferências foram convertidas em diâmetros na altura do solo (DAS) e à altura do peito (DAP). Foi calculado o volume cilíndrico dos fustes, a partir do DAP e da altura total, estimando-se a produtividade por unidade de área. Também foi avaliada a taxa de

sobrevivência das plantas.

A análise estatística dos dados foi realizada no software Biostat 5.3. Inicialmente foi realizado o teste de Lilliefors para verificação da normalidade dos dados. Posteriormente, foi realizada a análise da variância das variáveis dendrométricas e da taxa de sobrevivência pelo teste de Kruskal-Wallis, com comparação de médias pelo teste de Dunn ( $\alpha = 0,05$ ). A análise da variância dos dados volumétricos foi realizada pelo teste F, com comparação de médias pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

**Tabela 1.** Caracterização do solo da área experimental, em Macaíba-RN.

Características	Profundidade (cm)		
	0-20	20-40	40-60
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	909	866	791
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	33	70	113
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	58	64	96
pH (1:2,5)	5,32	5,17	5,06
P (mg dm <sup>-3</sup> )	2	2	1
K <sup>+</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,24	0,23	0,22
Na <sup>+</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,06	0,08	0,08
Ca <sup>++</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,84	0,59	0,77
Mg <sup>++</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,36	0,26	0,32
Al <sup>3+</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,00	0,04	0,07
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0,35	0,46	0,59
SB (cmolc dm <sup>-3</sup> )	1,49	1,13	1,37
t (cmolc dm <sup>-3</sup> )	1,49	1,17	1,44
T (cmolc dm <sup>-3</sup> )	1,84	1,59	1,96
m (%)	0,00	3,42	4,87
V (%)	80,94	71,05	69,84

SB = Soma de bases; t = Capacidade de troca de cátions efetiva; T = Capacidade de troca de cátions a pH 7,0; m = Saturação por alumínio; V = Saturação por bases.

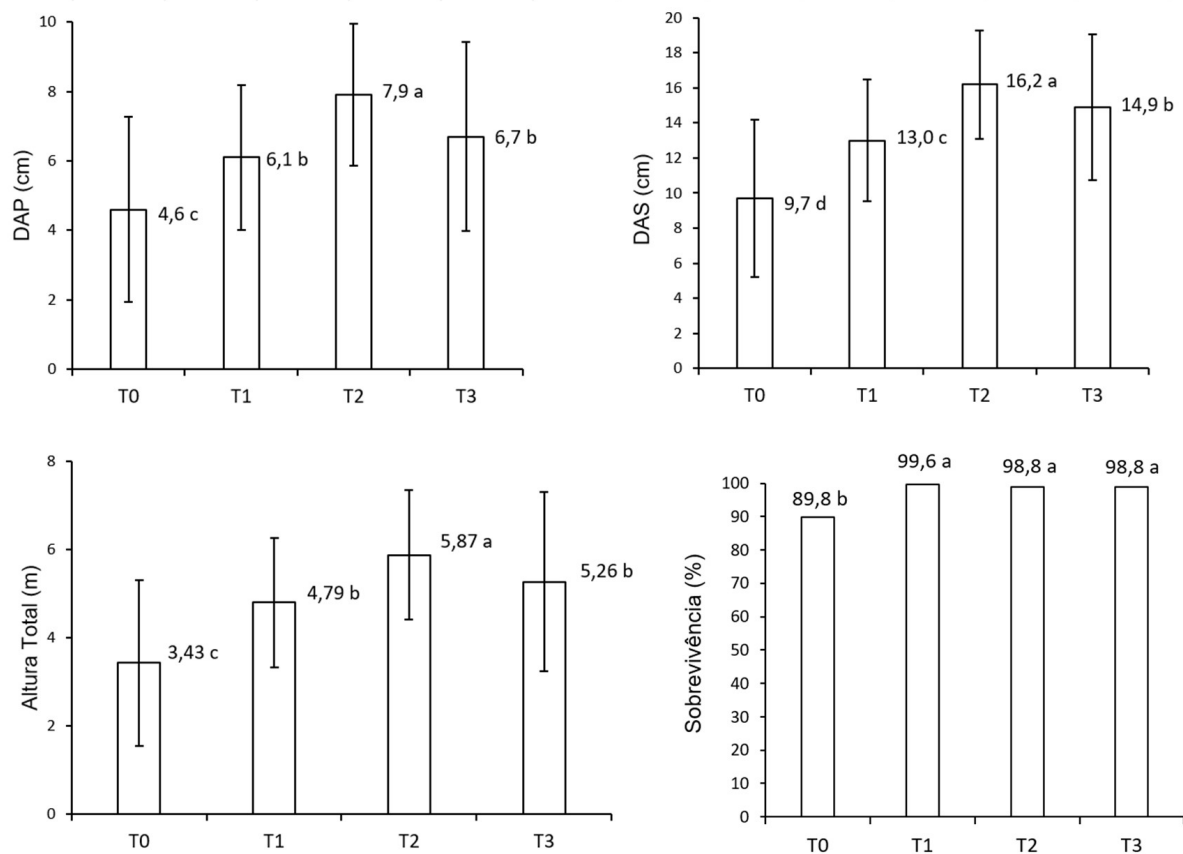
## Resultados e discussão

O tratamento sem adubação (T0) apresentou crescimento em diâmetro (DAS e DAP) e altura total, além de taxa de sobrevivência, inferiores aos demais tratamentos testados (Figura 1). Refletindo assim a necessidade de adubação da espécie para melhor desempenho silvicultural da *M. oleífera*. Observou-se que o tratamento com composto orgânico e adubação mineral (T2) se destacou dos demais tratamentos, apresentando maior crescimento e produtividade. Provavelmente tal resultado seja devido a aplicação de matéria orgânica, a qual normalmente melhora as condições físico-químicas do solo, aumentando a

capacidade de troca catiônica e a retenção de água no solo.

Outros estudos também evidenciaram que a *M. oleífera* responde positivamente à adubação orgânica. Medeiros *et al.* (2017) confirmaram que composto orgânico formulado com esterco bovino e restos culturais proporcionaram maior incremento e qualidade de mudas dessa espécie produzidas em recipientes. Apesar de experimentos conduzidos em casa de vegetação não simularem completamente as condições de campo, eles fornecem informações importantes sobre a resposta inicial das plantas à adubação.

**Figura 1.** Médias e desvio padrão de diâmetro do fuste à 1,3 m de altura (DAP) (A), diâmetro do fuste na altura do solo (DAS) (B), altura total (C) e taxa de sobrevivência (D) dos plantios homogêneos de *Moringa oleifera* com diferentes adubações, aos 36 meses de idade, em Macaíba-RN.



T0 = testemunha (sem adubação); T1 = adubação mineral; T2 = adubação mineral + composto orgânico; T3 = adubação mineral + biochar. \* Médias das variáveis seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Dunn ( $\alpha = 0,05$ ).

Neves *et al.* (2010) estudaram a produção de mudas de *M. oleifera* e constataram que os substratos com lodo de esgoto e esterco bovino resultaram em maiores valores médios de altura e matéria seca.

Dania *et al.* (2014) avaliaram, em casa de vegetação, a aplicação de NPK, esterco de aves e fertilizante organomineral no crescimento e na concentração de nutrientes nas folhas de *M. oleifera* e observaram que a aplicação de esterco aumentou a altura das mudas, o número de folhas e o diâmetro do caule em comparação aos demais tratamentos.

Sousa *et al.* (2020) também avaliaram a produção de mudas de *M. oleifera* com lodo de esgoto e confirmaram efeito significativo no crescimento e desenvolvimento das mudas em comparação ao tratamento testemunha, em decorrência do lodo de esgoto apresentar elevadores teores de N, além de outros nutrientes.

Por outro lado, Leite *et al.* (2023) verificaram os efeitos da adubação fosfatada no crescimento de mudas de *M. oleifera* em vasos, não sendo constatadas diferenças significativas para altura e diâmetro em função da adubação.

Em campo, o efeito da adubação orgânica (esterco bovino, estrume de aves e composto organomineral) e química (NPK 15:15:15) sobre o

crescimento de *M. oleifera* foi avaliado em solos de baixa fertilidade na Nigéria, resultando em maior crescimento em altura e produtividade de biomassa, em relação ao controle não adubado (Adebayo *et al.* 2017). Os autores recomendaram a aplicação de 20 toneladas por hectare de estrume de aves para potencializar a produção sustentável da espécie.

Evidenciando o efeito da aplicação de matéria orgânica e adubação NPK no cultivo de *M. oleifera*, Anamayi *et al.* (2016) também concluíram que a aplicação de esterco bovino, conjuntamente com NPK na formulação 15:15:15, proporcionou maior altura e diâmetro do que a testemunha.

Um outro estudo de campo, realizado na Coréia do Sul, avaliou os efeitos da adubação com composto orgânico e NPK (21:17:17) no crescimento da *M. oleifera*, mostrando que o tratamento com 120 kg ha<sup>-1</sup> (NPK) promoveu maior crescimento em diâmetro do caule e altura total (Sarwar *et al.* 2018).

Ao avaliar a influência de fertilizantes orgânicos (esterco bovinos, caprinos e asininos, e restos de composto orgânico de plantas) em plantio de *M. oleifera* na Paraíba, Bakke *et al.* (2010) verificaram que os incrementos médios em altura e diâmetro do fuste não foram afetados significativamente pelos diferentes adubos avaliados. Segundo os autores,



possivelmente na idade de avaliação ainda não havia ocorrido a completa decomposição e mineralização dos fertilizantes e por isso os nutrientes não estariam plenamente disponíveis para as plantas.

Santos *et al.* (2021) avaliaram o crescimento da *M. oleifera* cultivada no semiárido pernambucano e constaram que a falta de adubação, principalmente a nitrogenada, resultou em redução no desenvolvimento da espécie ao longo do ciclo de produção.

Portanto, segundo Padilla *et al.* (2017), a *M. oleifera* pode extrair grandes quantidades de nutrientes do solo, necessitando de manejo adequado da adubação para manter a produtividade estável ao longo do tempo.

Nas condições deste experimento, o biochar (T3) não demonstrou efeitos significativos, considerando que não diferiu estatisticamente do tratamento com apenas adubação mineral (T1) (Figura 1). Apesar disso, outros autores evidenciaram que a aplicação de biochar em solos é uma estratégia para melhorar suas propriedades físicas e químicas. Pimenta *et al.* (2019) avaliaram a incorporação de biochar em um solo arenoso e confirmaram o seu efeito condicionador, uma vez que o pH e os teores K e P aumentaram com o aumento dos níveis de biochar adicionado.

Os efeitos diretos da aplicação do biochar na produtividade da cultura se devem ao fato de causar maior retenção de água no solo, pois altera a estrutura física e a porosidade, aumentando consequentemente a disponibilidade de água para as plantas (Miranda *et al.* 2018).

No que diz respeito à altura em campo, de acordo com Rangel (1999), a *M. oleifera* na fase adulta atinge alturas entre 5 e 12 m. Assim, consideram-se satisfatórios os resultados de crescimento em altura encontrados neste trabalho, principalmente comparando-se as médias dos tratamentos adubados (Figura 1).

Samuel *et al.* (2016) avaliaram um plantio de *M. oleifera* na Etiópia, com espaçamento de 1,5 x 1,5 m, aos 36 meses de idade, obtendo variáveis dendrométricas (altura média de 4,0 m e DAP médio de 4,9 cm) inferiores aos tratamentos adubados deste estudo.

Em relação às taxas de sobrevivência das plantas de *M. oleifera*, os valores médios variaram de 89,9% no tratamento T0 até 99,6% no tratamento T1, não diferindo estatisticamente nos tratamentos que receberam adubação (Figura 1).

Em termos de volume de fuste por unidade de área, observa-se na Tabela 2 que o tratamento T2 (adubação mineral + composto orgânico) se destacou dos demais, apresentando volume médio superior aos resultados encontrados por Silva *et al.* (1996) para *Acacia mangium* em idade mais avançada, aos cinco anos, com aplicação de esterco bovino, estimando 39 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e IMA de 9,82 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

**Tabela 2.** Volume médio de madeira por unidade de área (m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>) e incremento médio anual (IMA) (m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>) dos plantios homogêneos de *Moringa oleifera* com diferentes adubações, aos 36 meses de idade, em Macaíba-RN.

Tratamentos	Volume (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	IMA (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )
T0	21,5482 c	7,18 c
T1	37,2596 bc	12,41bc
T2	72,5069 a	24,16 a
T3	58,5743 ab	19,52 ab

\* Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

## Conclusão

A *Moringa oleifera* respondeu positivamente à adubação mineral associada à orgânica, apresentando maiores valores de taxa de sobrevivência e variáveis dendrométricas. Assim, a aplicação da adubação mineral e do composto orgânico (T2) resultou em maior crescimento e produção volumétrica de fuste por unidade de área. Os resultados evidenciam a importância da adubação para melhor desempenho silvicultural da espécie.

## Referências

- Adebayo AG, Akintoye HA, Shokalu AO, Olatunji MT (2017) 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*, 6:281-287. doi: 10.1007/s40093-017-0175-5.
- Anamayi SE, Oladele ON, Suleiman RA, Oloyede EO, Yahaya U (2016) Effects of cow dung and N.P.K fertilizer at different levels on the growth performance and nutrient composition of *Moringa oleifera*. *Annals of Experimental Biology*, 4(1):35-39.
- Bakke IA, Souto J, Souto PC, Bakke OA (2010) Características de crescimento e valor forrageiro da moringa (*Moringa oleifera* Lam.) submetida a diferentes adubos orgânicos e intervalos de corte. *Engenharia Ambiental*, 7(2):133-144.
- Dania SO, Akpansubi P, Eghagara OO (2014) Comparative effects of different fertilizer sources on the growth and nutrient content of moringa (*Moringa oleifera*) seedling in a greenhouse trial. *Advances in Agriculture*, 2014(2):1-6. doi: 0.1155/2014/726313.
- EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (2023) *Meteorologia*. <http://meteorologia.emparn.rn.gov.br>.
- Figueiredo MTS, Santos CB, Santos MH, Silva DK, Oliveira TLR (2022) Water treatment using *Moringa oleifera* seed extract: an integrative review. *Research, Society and Development*, 11(2): e41411225889. doi: 10.33444/rsd-v11i2.25889.

- Granella SJ, Bechlin TR, Christ D, Coelho SRM, Paz CHO (2021) An approach to recent applications of *Moringa oleifera* in the agricultural and biofuel industries. *South African Journal of Botany*, 137: 110-116. doi: 10.1016/j.sajb.2020.10.006.
- Horn L, Shakela N, Mutorwa MK, Naomab E, Kwaambwa HM (2022) *Moringa oleifera* as a sustainable climate-smart solution to nutrition, disease prevention, and water treatment challenges: a review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 10. doi: 10.1016/j.jafr.2022.100397.
- IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (2013) *Perfil do município: Macaíba*. Natal: IDEMA. 23 p.
- Leite AP, Araújo AB, Cortez LEB, Leonardo FAP, Souto JS (2023) Diferentes coberturas do solo e adubação fosfatada em características de *Moringa oleifera* Lam. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 19(1):1-5. doi: 10.30969/acsa.v19i1.1253.
- Marinho JBM, Rabello CBV, Dutra Júnior WM (2021) *Moringa oleifera* seed oil: a review. *Journal of Research in Agriculture and Animal Science*, 8(1): 37-42.
- Medeiros RLS, Cavalcante AG, Cavalcante AC, Souza VC (2017) Crescimento e qualidade de mudas de *Moringa oleifera* Lam em diferentes proporções de composto orgânico. *Revista Ifes Ciência*, 3(1): 204-216.
- Miranda NO, Pimenta AS, Silva GGC, Carvalho MAB, Oliveira EMM (2018) Biochar dosage and granulometry influencing soil density and water retention. *International Journal of Agriculture Sciences*, 10(4). doi: 10.9735/0975-3710.10.4.5153-5157.
- Neves JMG, Silva HP, Duarte RF (2010) Uso de substratos alternativos para produção de mudas de moringa. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 5(1):173-177.
- Niju S, Balajii M, Anushya C (2019) A comprehensive review on biodiesel production using *Moringa oleifera* oil. *International Journal of Green Energy*, 16(9):702-715. doi: 10.1080/15435075.2019.1619565.
- Ozcan MM (2020) *Moringa* spp: Composition and bioactive properties. *South African Journal of Botany*, 129:25-31. doi: 10.1016/j.sajb.2018.11.017.
- Padilla C, Valenciaga N, Crespo G, González D, Rodríguez I (2017) Requerimientos agronómicos de *Moringa oleifera* (Lam.) en sistemas ganaderos. *Livestock Research for Rural Development*, 29(11): e218.
- Pereira FSG, Silva AMRB, Galvão CC, Lima VF, Montenegro LGLA, Lima Filho NM, Silva VL (2015) *Moringa oleifera* as sustainable source for energetic biomass. *International Journal of Chemistry*, 7(2):177-185.
- Pereira FSG, Sobral AD, Silva AMRB, Rocha MAG (2018) *Moringa oleifera*: a promising agricultural crop and of social inclusion for Brazil and semi-arid regions for the production of energetic biomass (biodiesel and briquettes). *EDP Sciences*, 25(1): D106. doi: 10.1051/ocl/2017047.
- Pimenta AS, Miranda NO, Carvalho MAB, Silva GGC, Oliveira EMM (2019) Effects of biochar addition on chemical properties of a sandy soil from northeast Brazil. *Arabian Journal of Geosciences*, 12(70). doi: 10.1007/s12517-018-4194-y.
- Rangel MAS (1999) *Moringa oleifera: uma planta de uso múltiplo*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 41 p. (Circular Técnica, 9).
- Samuel D, Terefe R, Senbeto M, Daba M (2016) Evaluation of two *Moringa* species for adaptability and growth performance under Bako conditions. *Journal of Natural Sciences Research*, 6(9):76-82.
- Santos RS, Emerenciano Neto JV, Bonfim BRS, Difante GS, Bezerra JDV, Lista FN, Gurgel ALC, Bezerra MGS (2021) Growth and biomass production of moringa cultivated in Semiarid Region as responses to row spacing and cuts. *Tropical Animal Science Journal*, 44(2):183-187. doi: 10.5398/tasj.2021.44.2.183.
- Sarwar M, Patra JK, Jihui B (2018) 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):1587-1596. doi: 10.1080/01904167.2018.1462385.
- Silva KA, Benedito CP, Sousa GD, Rezende LCF (2024) Aplicação industrial das folhas da *Moringa oleifera* LAM.: uma revisão de literatura. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 20(1):11-14. doi: 10.30969/acsa.v20i1.1393.
- Silva FP, Borges RCG, Pires IE (1996) Avaliação de procedências de *Acacia mangium* Willd, aos 63 meses de idade, no Vale do Rio Doce, MG. *Revista Árvore*, 20(3):299-308.
- Sobral AJS, Muniz EM, Silva CM (2020) Caracterização da *Moringa oleifera* Lam. e sua utilização na alimentação animal. *Ciência Animal*, 30(2):68-79.
- Sousa NA, Almeida DA, Braga RSS, Barbosa Júnior VC, Santana JAS, Canto JL (2020) Produção de mudas de *Moringa oleifera* em diferentes concentrações de lodo de esgoto. *Diversitas Journal*, 5(3):1504-1522. doi: 10.17648/diversitas-journal-v5i3-958.
- Tulashie SK, Kotoka F (2022) Kinetics and thermodynamic studies on *Moringa oleifera* oil extraction for biodiesel production via transesterification. *Biofuels*, 13(3):341-349. doi: 10.1080/17597269.2019.1697041.
- Yamaguchi NU, Cusioli LF, Quesada HB, Ferreira MEC, Fagundes-Klen MR, Vieira AMS, Gomes RG, Vieira MF, Bergamasco RA (2021) A review of *Moringa oleifera* seeds in water treatment: trends and future challenges. *Process Safety and Environmental Protection*, 147:405-420.