



Crescimento inicial de *Moringa oleifera* em substrato arenoso com adição de vermicomposto em duas luminosidades

Initial growth of Moringa oleifera in the sandy substrate with the addition of vermicompost in two luminosities

José Carlos Pina¹
Ademir Kleber Morbeck de Oliveira²
Rosemary Matias³

RESUMO

Objetivo: avaliar a formação inicial de mudas de *Moringa oleifera* durante 150 dias em substrato arenoso com adição de vermicomposto, em duas luminosidades. **Método:** experimento conduzido em delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, com quatro tratamentos: T1) neossolo quartzarênico 60% + 40% vermicomposto; T2) neossolo quartzarênico 80% + 20% vermicomposto; e, T3) 100% neossolo quartzarênico, sob duas intensidades luminosas (pleno sol ou 70% de radiação solar). As coletas foram realizadas aos 30, 60, 75, 90 e 105 dias após o transplante e determinada a altura, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total, diâmetro do coleto e Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Os dados foram visualizados através de curva de regressão e submetidos a análise de variância (teste de *Tukey* a 5%). **Resultados:** o melhor desenvolvimento das mudas ocorreu em plantas cultivadas a pleno sol, em substrato com maior concentração de matéria orgânica, resultando em mudas mais vigorosas. **Conclusões:** o IQD demonstrou que plantas mantidas em maior luminosidade e quantidade de matéria orgânica são mais robustas, com o tratamento T1

¹Universidade Anhanguera-Uniderp, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional. Campo Grande, MS - Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5414-9386>. E-mail: josecarlospina@gmail.com.

²Universidade Anhanguera-Uniderp, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional. Campo Grande, MS - Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9373-9573>. E-mail: akmorbeckoliveira@gmail.com.

³Universidade Anhanguera-Uniderp, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional. Campo Grande, MS - Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0154-1015>. E-mail: rosematiasc@gmail.com.

Recebido em
13-02-2023

Aceito em
28-07-2023

Publicado em
16-08-2023

sendo o mais eficaz para a produção de mudas de qualidade.

Palavras-chave: Moringaceae; Crescimento de plântulas; Produção de mudas.

ABSTRACT

Objective: evaluate the formation of seedlings of *Moringa oleifera* for 150 days, in *oleifera* in the sandy substrate with the addition of vermicompost in two luminosities. **Method:** the experiment was conducted in an experimental design of randomized blocks with four treatments: T1) typic quartzipsamment 60% + 40% vermicompost; T2) typic quartzipsamment 80% + 20% vermicompost; and T3) 100% typic quartzipsamment, under two light intensities (in full sun and 70% of solar radiation). The sample collections were 30, 60, 75, 90, and 105 days after transplanting and determined the height, dry weight of the aerial part, dry weight of the root, total dry weight, the diameter of the stem, and Dickson Quality Index (DQI). The data were visualized through a regression curve and submitted to analysis of variance (Tukey test at 5%). **Results:** the best seedling development occurred in plants grown in full sun, in a substrate with a higher concentration of organic matter, resulting in more vigorous seedlings. **Conclusions:** The DQI demonstrated that plants kept in more excellent light and amount of organic matter are more robust and that the T1 treatment was the most effective for producing quality seedlings.

Keywords: Moringaceae; Seedling growth; Seedling production.

INTRODUÇÃO

Moringa oleifera Lam. (Moringaceae), uma espécie arbórea nativa da Ásia e comumente chamada de moringa, é uma planta perene utilizada para uma variedade de propósitos, como alimento, forrageira e fins medicinais, por exemplo¹. Adapta-se a quase todo tipo de solo, preferindo os neutros a ligeiramente ácidos, bem drenados, com teor de argila médio². É resistente à seca, pouco decídua e sobrevive em um intervalo de temperatura de 25 a 40 °C, além de possuir bom poder de rebrota², despontando como alternativa para cultivo em região de Cerrado e Caatinga¹.

Moringa oleifera apresenta alto conteúdo de proteína, além de ser rica em vitamina A e C, cálcio, ferro e fósforo³. Os frutos verdes possuem todos os aminoácidos necessários à espécie humana e representam um alimento básico à população, além da espécie produzir compostos fenólicos e flavonoides, entre outros metabólitos secundários⁴, indicando seu potencial medicinal. De acordo com a revisão realizada por Silva et al. (2020)⁵, a espécie possui uma série de atividades biológicas, com atividade anti-inflamatória, anticancerígena, antioxidante e antimicrobiana.

Seu uso na alimentação é facilitado pelo seu rápido crescimento (1 a 2 m por ano, durante os primeiros 3 a 4 anos, atingindo até 12 m de altura), tornando a espécie interessante para o cultivo^{1,2}. Desta maneira, a produção de mudas de *Moringa oleifera* assume importância estratégica, tornando-se uma opção para suprir a necessidade de forrageiras que suportem os diferentes fatores edafoclimáticos para a alimentação do rebanho regional, pois além de se constituir alimento barato, oferece os nutrientes necessários aos animais.

A produção de mudas de qualidade pode ser uma das principais responsáveis pelo vigor das plantas e sua produtividade⁶. Deste modo, é necessário que as plântulas apresentem um padrão, dado pela altura e diâmetro do caule, entre outros. Porém, são necessários estudos relativos ao comportamento de *Moringa oleifera* em diferentes condições de cultivo, principalmente luminosidade e substrato. Uma das maneiras de se avaliar o crescimento da planta em distintos parâmetros é por meio da análise de crescimento, utilizada para prever seu grau de tolerância às mudanças na quantidade de radiação recebida, por exemplo⁶. A luminosidade afeta a morfologia dos vegetais e, os ajustes morfofisiológicos que ocorrem nos indivíduos quando submetidos a diferentes condições estão relacionados à manutenção do balanço entre ganho do carbono (fotossíntese) e perda de água (transpiração)⁷.

Dentre os muitos fatores que afetam a qualidade das mudas e seu crescimento, o substrato também se destaca, pois a mistura de materiais orgânicos ao solo altera suas características químicas, físicas e biológicas, criando um ambiente mais adequado para o desenvolvimento das raízes e da planta como um todo⁸. Entre os substratos orgânicos o vermicomposto, resultado da ação de minhocas, é amplamente utilizado por conter microrganismos e ser rico em nutrientes, como o nitrogênio, cálcio e potássio, por exemplo, com excelente capacidade de troca catiônica e alto teor de matéria orgânica⁸. A escolha do substrato deve ser feita em função das exigências da espécie, sendo sua função básica a sustentação do vegetal e o fornecimento de nutrientes, por exemplo⁹.

Por estes motivos o objetivo desse trabalho foi avaliar as condições para a produção de mudas de *Moringa oleifera* utilizando duas proporções de vermicomposto, com as plantas submetidas a duas diferentes intensidades luminosas.

MÉTODO

O experimento foi conduzido na Unidade Agrárias, Universidade Anhanguera-Uniderp, localizada na latitude 20°28'40" S e, Longitude 54°40'32" W, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, entre janeiro e julho de 2020. O clima da região, segundo a classificação de Koppen-Geiger, situa-se na faixa de transição entre o subtipo (Cfa) mesotérmico úmido sem estiagem ou pequena estiagem e o subtipo (Aw) tropical úmido, com estação chuvosa e quente no verão e seca no inverno, apresentando precipitação pluviométrica média anual de 1.430,1 mm, com temperatura média anual de 22,7 °C¹.

O solo utilizado como base para os tratamentos foi classificado como neossolo quartzarênico, de textura arenosa (84% de areia, 4% de silte e 12% de argila) coletado na Unidade Agrárias, na camada de 0 a 20 cm, em área de Cerrado. O vermicomposto, também obtido na Unidade Agrárias, apresenta os seguintes atributos: pH - 7,0, condutividade elétrica = 1,23 mS dm⁻¹, P = 260 mg kg⁻¹, K⁺ = 600 mg kg⁻¹, Ca⁺⁺ = 25 cmol⁺ dm⁻³, H = 6,54 cmol⁺ dm⁻³, Ds = 0,39 g cm⁻³ e, MO = 12,94%. Foi produzido com matéria orgânica composta por resíduo ruminal bovino em pastejo (proveniente de frigorífico), por meio da ação de minhocas Vermelhas-da-Califórnia (*Eisenia foetida*).

Os substratos foram formulados nas seguintes proporções: T1) neossolo quartzarênico 60% + 40% vermicomposto; T2) neossolo quartzarênico 80% + 20% vermicomposto, e; T3) 100% neossolo quartzarênico. O material foi analisado de acordo com Teixeira et al. (2017)¹⁰, utilizando o método de Mehlich-1 (pH em H₂O, P e K⁺), método KCl (1 N) (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ e H⁺+Al³⁺), método colorimétrico para matéria orgânica e de pipeta para análise física, sendo as análises realizadas em quadruplicatas.

Após a homogeneização dos materiais, os substratos foram acondicionados em sacos de plantio com capacidade volumétrica de 565 cm³ e colocados sob duas intensidades de luz (pleno sol e 70% de luminosidade, obtido através de tela de sombreamento). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 x 5 (intensidades luminosas x substrato x épocas de coleta), sendo utilizadas quatro plantas por tratamento (4 repetições), a cada coleta.

As sementes, provenientes de 12 matrizes da região da Nhecolândia no Pantanal Sul-mato-grossense, foram coletadas e acondicionadas em sacos de papel e transportadas para o

local do experimento em Campo Grande. Para evitar a influência de fungos na germinação, as sementes foram colocadas em hipoclorito de sódio a 1%, por três minutos e logo após, distribuídas proporcionalmente em bandejas de inox, forradas e cobertas com duas folhas de papel germintest[®] (Marca CIENLAB, Campinas, São Paulo) embebidas com o fungicida Rovral[®] (BASF, São Paulo) na proporção de 5 mL litro⁻¹, sendo mantidas em temperatura de 30 °C em câmara de germinação com fotoperíodo de 12 horas diárias.

Após o período de 10 dias, ocorreu a emissão de raiz primária e as sementes germinadas foram colocadas em bandejas de poliestireno expandido com 128 células contendo vermiculita e irrigadas diariamente com água destilada. Após atingirem a altura de 4 cm acima do substrato (limite observado do estiolamento), foram transplantadas para os sacos de cultivo, uma plântula por recipiente. Com dois dias de aclimação a sombra, as mudas foram transferidas para o campo (pleno sol) e ambiente sombreado.

As coletas foram realizadas aos 30, 60, 75, 90 e 105 dias após o transplântio, com um intervalo entre a primeira e segunda coleta, de 30 dias, e as demais, realizadas com um intervalo de 15 dias, levando-se em consideração o rápido crescimento da espécie e o tamanho dos sacos de plantio. O material coletado foi separado em raiz e parte aérea, acondicionado em sacos de papel e colocado em estufa de ventilação forçada a 60 °C até obtenção de peso constante; em seguida, determinada a massa seca da raiz, parte aérea e total (g), utilizando balança analítica (Marca Gehaka, modelo AG 200, precisão 0,001). Para a medida do diâmetro do coleto (mm), foi utilizado paquímetro digital (Marca Mitutoyo, IP67). As mudas foram, também, mensuradas quanto à altura, considerando, a distância do colo da plântula até o ápice da parte aérea, utilizando régua graduada (cm). O Índice de Qualidade de Dickson (IQD)¹¹ foi calculado por meio da fórmula:

$$IQD = \frac{MST}{\frac{MSPA}{MSR} + \frac{CPA}{DC}}$$

onde: MST = massa seca total; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca das raízes; CPA = comprimento de parte aérea; e, DC = diâmetro do coleto.

Os dados foram analisados por meio de gráficos com curva de regressão, com apresentação do R². Para análise do melhor desenvolvimento após 105 dias, foram utilizados

os dados da última coleta e realizada a análise de variância (ANOVA), sendo a média das variáveis significativas submetidas ao teste de *Tukey* a 5% ($p < 0,05$) de probabilidade, utilizando o software Agroestat®.

RESULTADOS

A adição de vermicomposto melhorou as características químicas do solo-base, com exceção do pH = 5,5-5,6 (C.V. = 2,9%; F (5%) = 4,2) e fósforo = 53-58 (C.V. = 4,8%; F (5%) = 4,2) e uma maior adição da matéria orgânica (40%) resultou em melhores condições edáficas, aumentando os níveis potássio = 50→130 (C.V. = 7,4%; F (5%) = 4,3), cálcio = 2,4→5,1 (C.V. = 6,5%; F (5%) = 4,3), magnésio = 0,6→2,8 (C.V. = 10,3%; F (5%) = 4,3), matéria orgânica = 19,0→38,5 (C.V. = 9,6%; F (5%) = 4,3) e CTC = 4,8→8,4 (C.V. = 8,3%; F (5%) = 4,3), o que poderia ter propiciado melhores condições para o desenvolvimento das plantas, principalmente nos tratamentos T1 (pleno sol e 70% de luminosidade). Em relação ao pH, os substratos são ácidos e estariam abaixo da faixa ótima, entre 6,0-6,5, considerada a mais favorável para o crescimento das plantas, pois a disponibilidade de alguns nutrientes é máxima (caso dos macronutrientes) e não limitante para outros (micronutrientes)¹².

Os maiores valores obtidos para o parâmetro altura, peso seco da parte aérea, raiz e total, além do diâmetro do coleto aos 105 dias (Figuras 1, 2, 3, 4 e 5), foram obtidos nos tratamentos com adição de 40% de vermicomposto. Estes resultados demonstram que uma maior adição de matéria orgânica beneficia o desenvolvimento da espécie, fator provavelmente relacionado à maior quantidade de íons e valor de CTC e MO, resultando no crescimento em altura. Por outro lado, o tratamento com adição de 20% ou sem adição de MO induziu a formação de plantas menores.

De acordo com Steffen et al. (2011)¹³ e Mello et al. (2020)¹⁴, a adição de vermicomposto ao substrato representa um benefício no desenvolvimento das mudas de espécies florestais, estimulando seu crescimento. No entanto, Silva et al. (2017)¹⁵ e Vione et al. (2018)¹⁶ relatam que as diferentes proporções resultam em variação das características físicas e químicas do substrato, o que poderá influenciar no desenvolvimento das mudas, na dependência da espécie avaliada. Este resultado é consequência do efeito direto da presença de alguns hormônios, compostos orgânicos e nutrientes, e de efeitos indiretos, pela bioestimulação de micro-

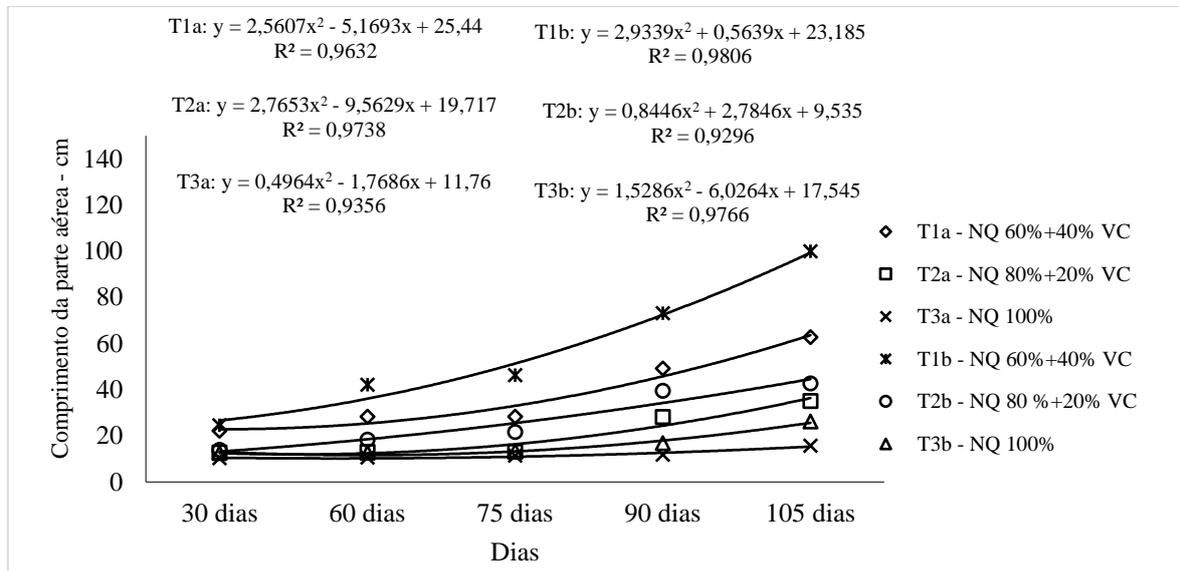
organismos benéficos às plantas que influenciam na dinâmica de nutrientes e no condicionamento físico do substrato¹⁴.

Desta maneira, substratos com maior concentração de vermicomposto se destacaram em relação à altura (Figura 1), confirmando os resultados obtidos por Pina et al. (2018)¹. Estes investigadores trabalharam com *Moringa oleifera* e diferentes substratos, demonstraram que uma maior adição de MO propicia um rápido crescimento para a espécie. Medeiros et al. (2017)¹⁷, estudando a mesma espécie e avaliando diferentes doses de esterco bovino, também indicaram que as plântulas se desenvolvem melhor quando adubadas, embora as maiores concentrações tenham produzido resultados iguais as menores. Entretanto, o vermicomposto é considerado um adubo mais completo que o esterco bovino, devido suas características químicas, com maiores concentrações de nutrientes, podendo propiciar um melhor crescimento¹⁴. Outras espécies, tais como *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan também apresentaram maior crescimento em altura, quando cultivadas em substratos com maiores proporções de vermicomposto¹⁸, corroborando com os resultados obtidos para *Moringa oleifera* neste estudo.

Estudos realizados por Neves et al. (2007)¹⁹ e Pina et al. (2018)¹ confirmaram o efeito benéfico do vermicomposto, onde a mistura com vermicomposto foi o substrato mais adequado para o desenvolvimento inicial da moringa. Além da composição química, este tipo de substrato possui alta porosidade, boa drenagem da água e aeração, que são fatores fundamentais para uma boa arquitetura do sistema radicular e conseqüentemente, no crescimento das plantas¹⁴.

As diferentes intensidades luminosas também propiciaram crescimento diferenciado (C.V. = 7,9%; F (5%) = 2,8), em relação aos parâmetros biométricos. Aos 105 dias de cultivo, a altura atingiu 99,9 cm (T1b) e 62,7 cm (T1a) (Figura 1), evidenciando que tratamentos mantidos em sombreamento (T1b, T2b e T3b), quando comparados com plantas a pleno sol (T1a, T2a e T3a), produziram mudas maiores, o que seria esperado, pois a redução da luminosidade pode provocar o estiolamento das plantas.

Figura 1: Comprimento da parte aérea de mudas de *Moringa oleifera* em diferentes substratos e luminosidades, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

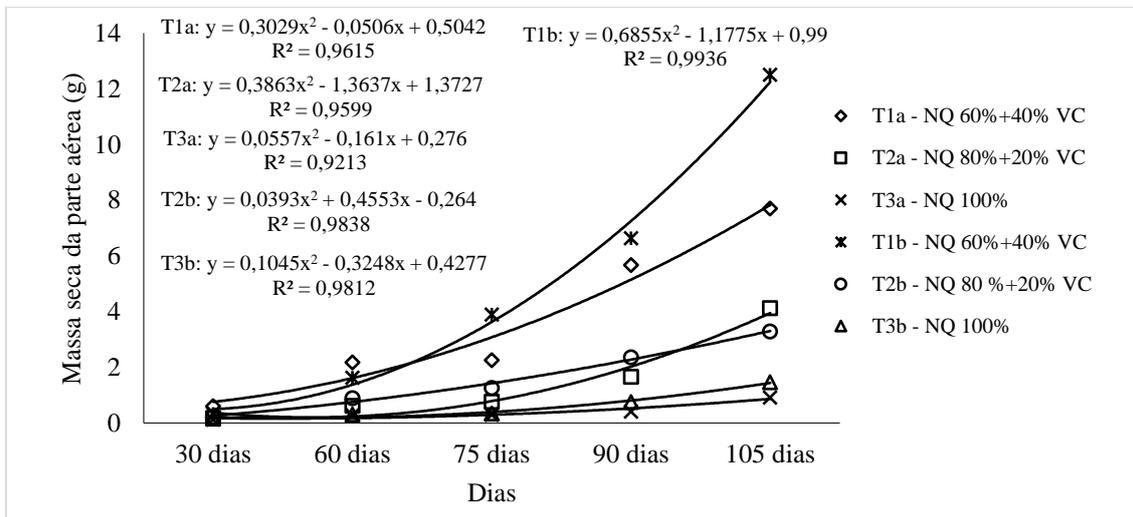


*T1a - neossolo quartzarênico 60% + 40% vermicomposto a pleno sol; T2a - neossolo quartzarênico 80% + 20% vermicomposto a pleno sol; T3a - 100% neossolo quartzarênico a pleno sol; T1b - neossolo quartzarênico 60% + 40% vermicomposto a 70% de radiação solar; T2b - neossolo quartzarênico 80% + 20% vermicomposto a 70% de radiação solar; e, T3b - 100% neossolo quartzarênico a 70% de radiação solar.

De acordo com Zheng e Van Labeke (2017)²⁰, luminosidade é o mais importante fator ambiental ao afetar o desenvolvimento das plantas e diferenças na intensidade luminosa provocam efeitos distintos nos processos biológicos, afetando, por exemplo, o crescimento. Desta maneira, pode-se afirmar que *Moringa oleifera* apresenta crescimento diferenciado em altura, quando submetida a intensidades luminosas diferentes. Em ambientes sombreados, algumas espécies apresentam rápido crescimento como mecanismo de adaptação, visando escapar ao déficit de luz, já que elas não são capazes de tolerar baixa luminosidade, aumentando sua altura por meio do reajuste de suas taxas metabólicas e a produção de maior quantidade de parênquima lacunoso⁶. O maior crescimento em altura em plantas sombreadas também foi relatado para *Poincianella pyramidalis* Tul.²¹ e *Luehea divaricata* Mart. & Zucc.²², por exemplo.

Em relação à quantidade de matéria seca na parte aérea (Figura 2), aos 105 dias ocorreu maior acúmulo em plantas mantidas sob sombreamento (T1b – 12,5 g), em relação a plantas a pleno sol (T1a – 7,7 g) (C.V. = 5,9%; F (5%) = 2,8). Este resultado demonstra que o melhor crescimento em altura também propiciou maior concentração de fotoassimilados, indicando a adaptação da espécie ao sombreamento. De acordo com Lambers e Oliveira (2019)⁷, plantas mantidas em sombreamento se beneficiam de um microclima mais ameno, em termos de menor temperatura foliar e fluxo transpiratório, podendo ocorrer uma maior alocação de carbono para a parte aérea, em detrimento das raízes.

Figura 2: Massa seca da parte aérea de *Moringa oleifera* em diferentes substratos e luminosidades, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

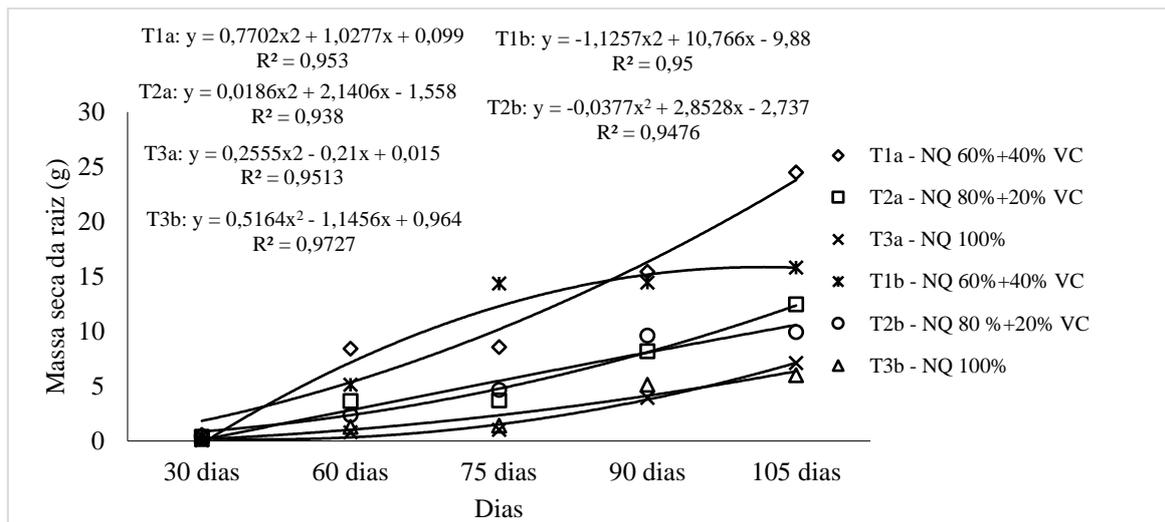


*T1a - neossolo quartzarênico 60% + 40% vermicomposto a pleno sol; T2a - neossolo quartzarênico 80% + 20% vermicomposto a pleno sol; T3a - 100% neossolo quartzarênico a pleno sol; T1b - neossolo quartzarênico 60% + 40% vermicomposto a 70% de radiação solar; T2b - neossolo quartzarênico 80% + 20% vermicomposto a 70% de radiação solar; e, T3b - 100% neossolo quartzarênico a 70% de radiação solar.

No sistema radicular, aos 105 dias ocorreu maior concentração de MO em plantas mantidas a pleno sol (T1a – 25,30 g), quando comparadas as plantas sob sombreamento (T1b - 15,8 g) (C.V. = 7,3%; F (5%) = 2,8), sendo que T1a apresenta um crescimento contínuo, enquanto T1b possui uma tendência de estabilização na curva (Figura 3), sendo esperado que

que indivíduos com sistema radicular melhor desenvolvido propiciem plantas com maior capacidade de aclimação ao ambiente.

Figura 3: Massa seca de raízes de *Moringa oleifera* em diferentes substratos e luminosidades, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.



*T1a - neossolo quartzarênico 60% + 40% vermicomposto a pleno sol; T2a - neossolo quartzarênico 80% + 20% vermicomposto a pleno sol; T3a - 100% neossolo quartzarênico a pleno sol; T1b - neossolo quartzarênico 60% + 40% vermicomposto a 70% de radiação solar; T2b - neossolo quartzarênico 80% + 20% vermicomposto a 70% de radiação solar; e, T3b - 100% neossolo quartzarênico a 70% de radiação solar.

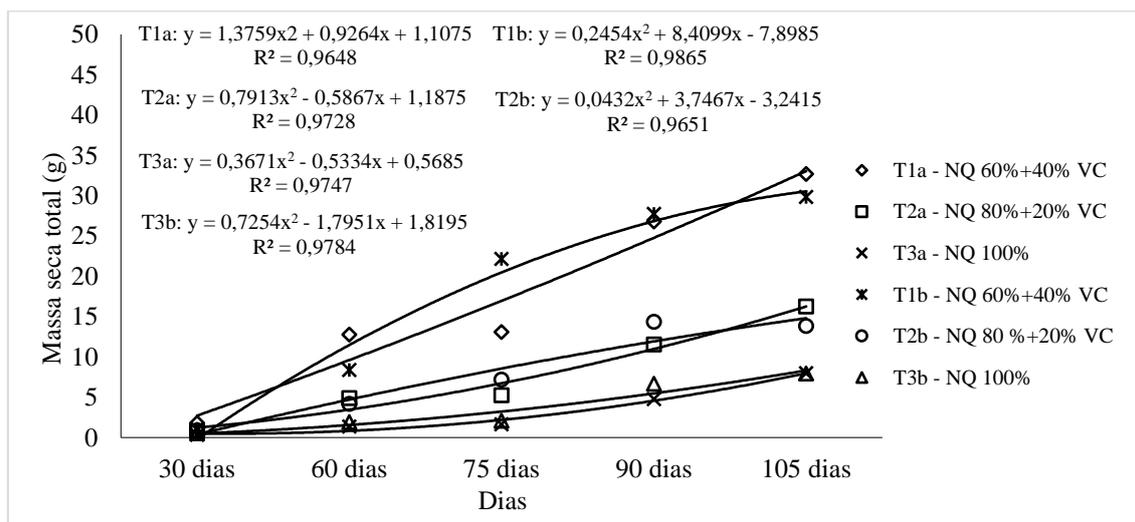
De acordo com Taiz et al. (2016)⁶, plantas crescidas em pleno sol sofrem maior restrição hídrica, podendo induzir ao crescimento do sistema radicular em detrimento da parte aérea, enquanto o sombreamento reduz o tamanho, situação observada nos tratamentos mantidos em menor luminosidade. Para Lambers e Oliveira (2019)⁷, plantas a pleno sol quase sempre exibem maiores fluxos transpiratórios e necessitam de um sistema radicular eficiente, permitindo maior absorção de água. Por outro lado, em microclima mais ameno em termos de temperatura foliar (sombreamento), é possível que a alocação de carbono para aumento da parte aérea tenha sido maior, compensando a eficiência fotossintética, em detrimento das raízes.

Santos et al. (2014)²³, ao realizar um estudo com *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb. também constataram que, sob maior sombreamento, ocorreu redução na massa seca

acumulada na raiz, resultado similar ao obtido por este trabalho, corroborando as informações acima. Silva et al. (2018)²⁴, avaliando o crescimento inicial de plantas de *Plathymenia foliolosa* Benth., em diferentes níveis de sombreamento, também observaram que mudas que receberam maior radiação tiveram melhor porcentagem radicular, mecanismo que permite uma absorção eficiente de água e nutrientes.

Entretanto, aos 105 dias, em relação a massa seca total (Figura 4), o melhor crescimento da parte aérea das plantas sombreadas foi compensado pelo maior acúmulo de biomassa no sistema radicular das plantas mantidas a pleno sol (T1a – 33,0 g e, T1b – 28,3 g), com resultados similares em ambos os tratamentos (C.V. = 8,8%; F (5%) = 2,8).

Figura 4: Massa seca total de *Moringa oleifera* em diferentes substratos e luminosidades, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.



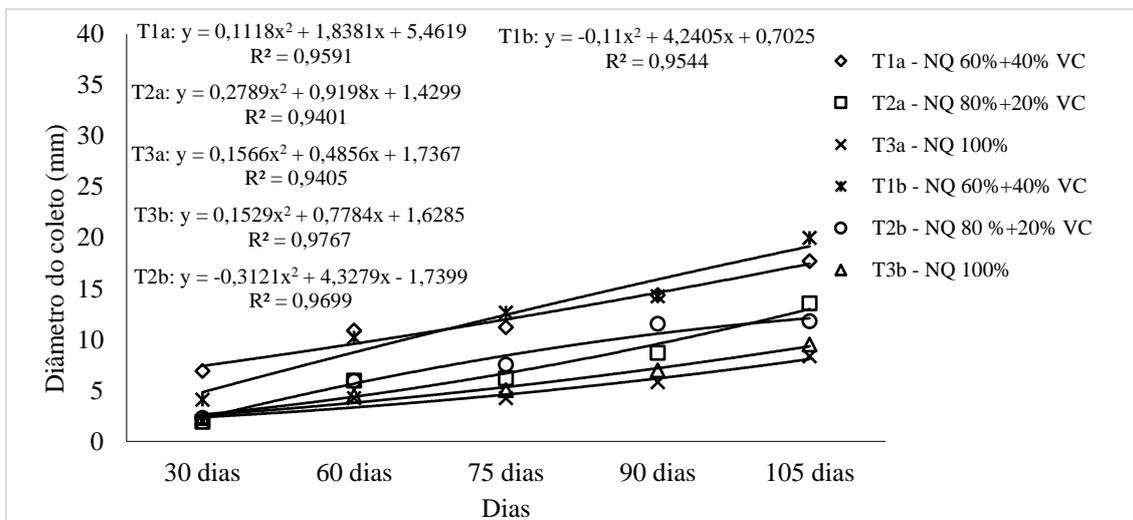
*T1a - neossolo quartzarênico 60% + 40% vermicomposto a pleno sol; T2a - neossolo quartzarênico 80% + 20% vermicomposto a pleno sol; T3a - 100% neossolo quartzarênico a pleno sol; T1b - neossolo quartzarênico 60% + 40% vermicomposto a 70% de radiação solar; T2b - neossolo quartzarênico 80% + 20% vermicomposto a 70% de radiação solar; e, T3b - 100% neossolo quartzarênico a 70% de radiação solar.

Silva et al. (2018)²⁴, avaliando a massa seca total de *Plathymenia foliolosa*, sob diferentes níveis de sombreamento, indicaram que a espécie possui crescimento similar quando as plantas foram mantidas a pleno sol ou 50% de luminosidade, com acúmulo de matéria

orgânica nas raízes e parte aérea sendo estatisticamente iguais. Esses dados diferenciam dos encontrados para *Moringa oleifera*, indicando que esta espécie possui outros mecanismos de adaptação ao sombreamento.

O diâmetro do coleto (Figura 5) apresentou curvas de crescimento semelhantes em todos os tratamentos. Entretanto, aos 105 dias, T1a (17,9 cm) e T1b (20,0 cm) apresentaram valores similares (C.V. = 7,0%; F (5%) = 2,8), demonstrando novamente adaptação da espécie as duas intensidades luminosas. Silva et al. (2018)²⁴, avaliando o diâmetro do colo de plantas de *Plathymenia foliolosa* em diferentes sombreamentos, também indicaram que a espécie possui crescimento similar a pleno sol ou 50% de luminosidade, resultados similares aos obtidos para *Moringa oleifera*, demonstrando que algumas espécies possuem crescimento similar, mesmo em níveis de sombreamento distintos.

Figura 5: Diâmetro do coleto de *Moringa oleifera* em diferentes substratos e luminosidades, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.



*T1a - neossolo quartzarênico 60% + 40% vermicomposto a pleno sol; T2a - neossolo quartzarênico 80% + 20% vermicomposto a pleno sol; T3a - 100% neossolo quartzarênico a pleno sol; T1b - neossolo quartzarênico 60% + 40% vermicomposto a 70% de radiação solar; T2b - neossolo quartzarênico 80% + 20% vermicomposto a 70% de radiação solar; e, T3b - 100% neossolo quartzarênico a 70% de radiação solar.

Gonçalves et al. (2000)⁷ consideram que o diâmetro do coleto adequado às mudas de espécies florestais está entre 5 e 10 mm, um indicador de qualidade e sobrevivência no campo. Taiz et al. (2016)⁶ ressaltam que as plantas com maior diâmetro de colo apresentam melhor tendência à sobrevivência, principalmente, pela capacidade de formação e de crescimento de novas raízes. De acordo com Delarmelina et al. (2014)²⁵ e Taiz et al. (2016)⁶, o diâmetro é um importante parâmetro morfológico para estimar o crescimento das mudas e sua capacidade de sobrevivência.

Diante das considerações de Gonçalves et al. (2000)⁷, Delarmelina et al. (2014)²⁵ e Taiz et al. (2016)⁶, as mudas de *Moringa oleifera* chegaram ao ponto ideal de transplântio em campo a partir de 90 dias. Neste período, todos os tratamentos, independentes da luminosidade ou substrato, apresentaram diâmetro de caule superior a 5 mm. Os resultados estão de acordo com Higashi e Silveira (2004)²⁶, que citam que mudas florestais são consideradas aptas para transplântio após passarem por um período de rustificação, que se inicia no período de 70 a 90 dias após o plantio, e termina aproximadamente aos 150 dias. Nesta fase, tendem à engrossar o caule e expandir as raízes.

O Índice de Qualidade de Dickson também indicou que as maiores concentrações de matéria orgânica e plantas mantidas a pleno sol resultaram em mudas de melhor qualidade, sendo: pleno sol - NQ 60% + 40% VC = 8,7a; NQ 80% + 20% VC = 5,6b; NQ 100% = 3,9d; e, 70% de radiação solar - NQ 60% + 40% VC = 4,9c; NQ 80% + 20% VC = 3,3e; NQ 100% = 2,7f (*Tukey* 0,05 de probabilidade - C.V. = 4,9%; F (5%) = 2,8). Os resultados obtidos para todos os tratamentos foram acima de 0,20, demonstrando aptidão satisfatória para plantio¹¹. Também pode-se inferir que a diminuição da massa seca da raiz reduz a qualidade das mudas e a adição do adubo orgânico ao solo arenoso, em maiores proporções, é benéfica para a formação de mudas. Como T1a apresentou o maior valor, o IQD indicou este tratamento como o que produz mudas mais vigorosas, pois no seu cálculo são considerados a robustez e a distribuição da biomassa na planta.

Avaliando-se os resultados obtidos neste estudo, foi possível observar que *Moringa oleifera* possui boa plasticidade de crescimento nos diferentes níveis de luminosidade, mas com melhor desenvolvimento e qualidade (IQD) quando mantida a pleno sol. Desta maneira, a produção de mudas nesta condição seria mais viável, devido à diminuição de custos com instalações, principalmente viveiros telados, além de produzir plantas de melhor aptidão para

campo. Em relação as limitações encontradas, pode-se citar o maior custo do vermicomposto, quando utilizado em larga escala. De acordo com Grand (2020)²⁷, o maior tempo e recursos para a produção de vermicomposto eleva seu preço, em relação, por exemplo, ao composto produzido da maneira termofílica e por este motivo sua taxas de aplicação são menores.

CONCLUSÕES

Moringa oleifera se desenvolve melhor em substratos contendo maior quantidade de vermicomposto (40%) e a pleno sol e independente dos níveis de radiação solar, a espécie produz mudas aptas para o plantio em campo a partir de 90 dias.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Anhanguera-Uniderp, pelo financiamento do projeto GIP (Grupo Interdisciplinar de Pesquisa) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (Código de Financiamento 001) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelas bolsas concedidas de pós-graduação e produtividade (PQ1C e PQ2), concedidas.

REFERÊNCIAS

1. Pina, José Carlos et al. Influência de diferentes substratos na produção de fitoconstituintes de *Moringa oleifera* Lam. cultivada a pleno sol. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1076-1087, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509833394>. Acesso em: 7 jul. 2023.
2. Omonhinmin, C. et al. Utilization of *Moringa oleifera* oil for biodiesel production: A systematic review. *AIMS Energy*, online, v. 8, n. 1, p. 102-121, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3934/energy.2020.1.102>. Acesso em 7 jul. 2023.
3. Fahey, Jed W. *Moringa oleifera* medicinal potential and benefits. In PALADA, Manuel, EBERT, Andreas W., JOSHI, Ravindra C. (Editors). *The miracle tree: Moringa oleifera*. Iloilo: Central Philippine University, 2019.
4. Torres-Castillo, J. A. et al. *Moringa oleifera*: phytochemical detection, antioxidants, enzymes and antifungal properties. *Revista Phyton*, Buenos Aires, v. 82, p. 193-202, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282934014_Moringa_oleifera_

- Phytochemical_detection_antioxidants_enzymes_and_antifungal_properties. Acesso em: 05 jul. 2023.
5. Silva, Raphael Reis et al. Light quality on growth and phenolic compounds accumulation in *Moringa oleifera* L. grown in vitro. *Comunicata Scientiae*, Bom Jesus, v. 11, e3313, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/cs.v11i.3313>. Acesso em: 05 jul. 2023.
 6. Taiz, Lincoln et al. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6ed. Porto Alegre: ARTMED, 2016.
 7. LAMBERS, Hans; OLIVEIRA, Rafael S. *Plant physiological ecology*. eBook: Springer, 2019.
 8. OLIVEIRA, Ademir Kleber Morbeck de Oliveira et al. Effects of fertilisation on the initial growth and diversity of secondary metabolites in *Genipa americana*. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 16, n. 1, e10144, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2023v16n1e>. Acesso em: 05 jul. 2023.
 9. Ferreira, Luiz Leonardo et al. Vermicompostos como substrato na produção de mudas de berinjela (*Solanum melongena*) e pimentão (*Capsicum annum*). *Holos*, Natal, v. 30, n. 4, p. 269-277, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2014.1409>. Acesso em: 05 jul. 2023.
 10. Teixeira, Paulo Cesar et al. *Manual de métodos de análise de solo*. Brasília: Embrapa Solos, 2017.
 11. Dickson, Alexander; Leaf, Albert L.; Hosner, John F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, Canadá, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960. Disponível em: <https://doi.org/10.5558/tfc36010-1>. Acesso em: 05 jul. 2023.
 12. FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. (Orgs.). *Nutrição mineral de plantas*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2018.
 13. Steffen, Gerusa Pauli Kist et al. Utilização de vermicomposto como substrato na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Corymbia citriodora*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 31, n. 66, p. 75-82, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.4336/2011.pfb.31.66.75>. Acesso em: 05 jul. 2023.
 14. MELLO, Marlenildo Ferreira et al. Vermicompostagem: Conversão de resíduos orgânicos em benefícios para solo e plantas. In *Tópicos em Ciências Agrárias - Volume 6*, Capítulo 4, Publisher: Poisson, 2020. p. 1-46.
 15. SILVA, Rodrigo Ferreira et al. Influência de diferentes concentrações de vermicomposto no desenvolvimento de mudas de Eucalipto e *Pinus*. *Floresta e Ambiente*, São Paulo, v. 24, e20160269, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.026916>. Acesso em: 05 jul. 2023.
 16. Vione, Elaine Luiza Biacchi et al. Caracterização química de compostos e vermicompostos produzidos com casca de arroz e diferentes dejetos animais. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 65, n. 1, p. 65-73, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201865010009>. Acesso em: 05 jul. 2023.
 17. Medeiros, Robson Luis Silva et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Moringa oleifera* Lam. em diferentes proporções de composto orgânico. *Revista Ifes Ciência*, Vitória, v. 3, n. 1, p. 304-316, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.36524/ric.v3i1.315>. Acesso em: 05 jul. 2023.

18. Silva, Rodrigo Ferreira et al. Proporções de vermicomposto e vermiculita na produção de mudas de timbaúva e angico-vermelho. *Holos*, Natal, v. 33, n. 8, p. 32-41, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2017.4607>. Acesso em: 05 jul. 2023.
19. Neves, Naedja Nara Araújo et al. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Moringa oleifera* Lam. *Caatinga*, Mossoró, v. 20, n. 2, p. 63-67, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/319/114>. Acesso em: 05 jul. 2023.
20. Zheng, Liang; Van Labeke, Marie-Christine. Long-term effects of red- and blue-light emitting diodes on leaf anatomy and photosynthetic efficiency on three ornamental plants. *Frontiers in Plant Science*, PMC, v. 8, p. 1-12, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00917>. Acesso em: 05 jul. 2023.
21. Antunes, Cimille Gabrielle Cardoso et al. Desenvolvimento de mudas de catingueira diferentes substratos e níveis de luminosidade. *Cerne*, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 55-60, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602014000100007>. Acesso em: 05 jul. 2023.
22. SANTOS, Aldeize da Silva et al. Crescimento e acúmulo de biomassa de *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. submetida ao sombreamento. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.3, p.250-259, 2022. Disponível em: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.003.0020>. Acesso em: 05 jul. 2023.
23. Santos, Uemerson Ferreira et al. Níveis de sombreamento na produção de mudas de pau-balsa (*Ochroma pyramidale*). *Bioscience Journal*, Uberlandia, v. 30, n. 1, p. 129-136, 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/index>. Acesso em: 06 jul. 2023.
24. SILVA, Rubens Ribeiro et al. Desenvolvimento inicial de mudas de *Plathymenia foliolosa* Benth. sob influência do sombreamento. *Gaia Scientia*, João Pessoa, v. 12, n. 2, p. 134-143, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2018v12n2.30813>. Acesso em: 05 jul. 2023.
25. Delarmelina, Willian Macedo et al. Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. *Floresta e Ambiente*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/loram.2014.027>. Acesso em: 05 jul. 2023.
26. Higashi, Edson Namita; Silveira, Ronaldo Luiz Vaz de Arruda. Fertirrigação em viveiros de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: Boareto, A. E. et al. (Eds.). *Fertirrigação: teoria e prática*. Piracicaba: Esalq, 2004. p. 677-725.
27. GRAND, Alfred. Composto: Vermicomposto. *Best4Soil*, 2020. Disponível em: https://orgprints.org/id/eprint/40037/16/PT-COMPOST_%20VERMICOMPOST%20%289%29.pdf. Acesso em: 05 jul. 2023.